

TUGAS AKHIR

**EVALUASI DRAINASE DI JALAN KAPTEN
SUMARSONO PADA KAWASAN MEDAN HELVETIA
(Studi Kasus)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat-Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Sipil Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

LILY SYAFRIANI NASUTION
1007210151-P



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017**

SURAT / **HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Lily Syafriani Nasution

NPM : 1007210151-P

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : EVALUASI DRAINASE DI JALAN KAPTEN SUMARSONO
PADA KAWASAN MEDAN HELVETIA (Studi Kasus)

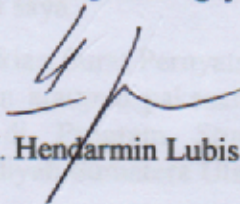
Bidang Ilmu : Hidrologi

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, April 2017

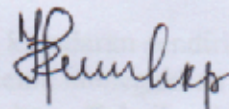
Mengetahui dan menyetujui :

Pembimbing I / Penguji



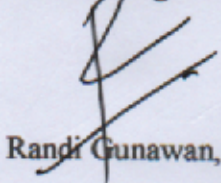
Ir. H. Hendarmin Lubis

Pembimbing II / Penguji



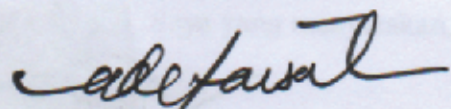
Ir. H. Rumila Harahap, MT

Pembanding I / Penguji



Randi Gunawan, ST, Msi

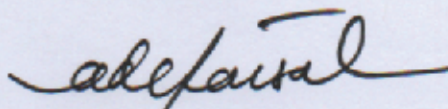
Pembanding II / Penguji



Dr. Ade Faisal, ST . MSc

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



Dr. Ade Faisal, ST . MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Lily Syafriani Nasution

Tempat /Tanggal Lahir: Medan, 13 Februari 1989

NPM : 1007210151-P

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Kawasan Medan Helvetia”,

bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Maret 2017



Saya yang menyatakan,

Lily Syafriani Nasution

ABSTRAK

EVALUASI DRAINASE DI JALAN KAPTEN SUMARSONO PADA KAWASAN MEDAN HELVETIA (STUDI KASUS)

Lily Syafriani Nasution

1007210151-P

Ir. H. Hendarmin Lubis

Ir. Hj. Rumila Harahap, MT

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kondisi drainase di Kecamatan Medan Helvetia dimana sebagian dari saluran yang telah ada tidak lagi sesuai dengan fungsinya, dimensi penampang yang tidak beraturan, kurangnya perawatan maupun sistem pengaliran dan pembuangan yang tidak sesuai lagi dengan lingkungan dan sebagainya. Mengingat begitu banyaknya kerugian yang ditimbulkan oleh banjir atau genangan luas dan tinggi, maka perlu direncanakan dengan cermat penanganan kelebihan air pada daerah penelitian, hal ini merupakan alasan mendasar untuk menganalisis kapasitas dan sistem drainase di Kecamatan Medan Helvetia khususnya Jalan Kapten Sumarsono dan Jalan Kapten Muslim. Oleh sebab itu yang akan dievaluasi adalah kapasitas dan kondisi saluran drainase di Kecamatan Medan Helvetia sepanjang 2,7 km apakah masih mencukupi untuk membuang air yang berasal dari daerah tangkapan air disepanjang Jalan Kapten Sumarsono dan Kapten Muslim saat banjir (curah hujan tinggi). Berdasarkan hasil analisa hidrologi dan uji sebaran distribusi, digunakan distribusi Log Person Tipe III sehingga di dapat intensitas curah hujan maksimum (I_{maks}) = 16,526 mm/jam, debit banjir rencana maksimum (Q) = 6,37240 mm³/det dan waktu konsentrasi (t_c) = 0,839 jam. Analisa hidrolika juga dilakukan dengan menggunakan HEC RAS 4.1.0 sehingga diketahui daerah yang bermasalah dikarenakan dimensi saluran yang tidak sesuai dengan kapasitas.

Kata Kunci : Hujan, daerah tangkapan air, debit banjir.

ABSTRACT

EVALUATION OF DRAINAGE IN ROAD KAPTEN SUMARSONO IN EACH MEDAN HELVETIA DISTRICT OF MEDAN CITY (CASE FIELD STUDY)

Lily Syafriani Nasution
1007210151-p
Ir. H. Hendarmin Lubis
Ir. Hj. Rumila Harahap, MT

This research is motivated by the drainage condition of in the district of Medan Helvetia which in part of the existing channels are no longer in accordance with its function, irregular cross – section dimensions, lack of maintenance and drainage and disposal system that no longer compatible with the environment and so on.

Given so many losses caused by flooding or inundation area and height, it needs to be planned carefully handling the excess water in the study area, it is the fundamental reason for analyzing capacity and drainage system of in the district of Medan Helvetia especially in the Kapten Sumarsono street. Therefore, to be evaluated is the capacity and condition of drainage channels of in the district of Medan Helvetia along 2,7 km is still insufficient to drain and remove water from the catchment area along the Kapten Sumarsono street at the time of the flood (high rainfall). Based on the result of the hydrological analysis and distribution of test distribution, used distribution Log Person Tipe III so that in can be maximum rainfall intensity (I_{max}) = 16,526 mm/hour, the Maximum flood discharge plan (Q) = 6,37240 mm³/sec and time of concentration (t_c) = 0,839 hour. Hydraulics analysis was also performed using HEC RAS 4.1.0 so that the known problem areas because of the dimensions of the channel which is not in accordance with the capacity.

Keywords : Rainfall, catchmen area, flood discharge

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Kawasan Medan Helvetia” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Ir. H. Hendarmin Lubis selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Hj. Rumila Harahap, MT selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Randi Gunawan, ST, Msi, selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ade Faisal selaku Dosen Pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Rahmatullah ST, MSc selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Orang tua penulis: Burhanuddin Nasution, MH, dan Sinta Uli, yang telah bersusah payah membesarkan dan mendidik penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Suami penulis: Danu Ardiansyah, dan teman-teman lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, April 2017

Lily Syafriani Nasution

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
 BAB 1 PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Metodologi Penelitian	5
1.7. Sistematika Pembahasan	6
 BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	 8
2.1. Hidrologi Umum	8
2.1.1 Siklus Hidrologi	9
2.2. Pengertian Drainase	12
2.2.1. Sejarah Perkembangan Drainase	13
2.3. Drainase Perkotaan	13
2.3.1. Sistem Drainase	14
2.3.2. Kegunaan Saluran Drainase	15
2.3.3. Jenis-jenis Drainase	16
2.3.4. Pola Jaringan Drainase	18

2.4.	Hujan (Presipitasi)	19
2.4.1.	Durasi Hujan	20
2.4.2.	Intensitas Curah Hujan	20
2.4.3.	Waktu Konsentrasi	20
2.4.4.	Analisa Curah Hujan Rencana	21
2.4.5.	Distribusi Frekuensi	24
2.4.6.	Uji Kecocokan Ditribusi	25
2.5.	Intensitas Hujan	29
2.6.	Banjir	30
2.6.1.	Jenis-jenis Banjir	31
2.6.2.	Sebab Terjadinya Banjir	31
2.6.3.	Banjir Rencana	31
2.7.	Koefisien Pengaliran	32
2.7.1.	Kecepatan Aliran	35
2.8.	Koefisien Tampungan	35
2.9.	Waktu Konsentrasi	36
2.10.	Perhitungan Debit Banjir (Q)	37
2.10.1.	Perhitungan Debit Rencana	38
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1.	Lokasi Wilayah Studi	40
3.1.1.	Kondisi Umum Lokasi Studi	41
3.2.	Bahan dan Alat	41
3.3.	Metodologi	42
3.4.	Pengumpulan Data	42
3.4.1.	Data Primer	42
3.4.2.	Data Sekunder	47
3.5.	Pengolahan dan Analisis Data	48
3.6.	Analisis Hidrologi	48
3.6.1.	Analisa Frekuensi Curah Hujan	48
3.6.2.	Uji Kecocokan Ditribusi	49
3.6.3.	Intensitas Hujan	50
3.6.4.	Metode Rasional	50

3.7.	Analisis Hidraulika	50
3.8.	<i>HEC RAS 4.1.0</i>	51
3.9.	Bagan Alir Penelitian	52
BAB 4	ANALISA DATA	53
4.1.	Analisis Curah Hujan Rencana	53
4.2.	Analisis Frekuensi	54
4.3.	Pemilihan Jenis Sebaran	56
4.4.	Penentuan Jenis Sebaran Cara Grafis (Ploting Data)	57
4.5.	Pengujian Keselarasan Sebaran	58
4.5.1.	Uji Sebaran <i>Smirnov Kolmogrof</i>	58
4.6.	Pengukuran Curah Hujan Rencana	58
4.7.	Analisa Debit Rencana	60
4.7.1.	Metode Rasional	60
4.8.	Intensitas Curah Hujan	61
4.9.	Analisis Hidraulika	63
4.9.1.	Perhitungan Kapasitas Tampungan Penampang Saluran Drainase	64
4.9.2.	Perhitungan Debit Saluran	64
4.9.3.	Perhitungan Rancangan Ulang Kapasitas Tampungan Penampang	66
4.10.	Aplikasi <i>HEC RAS 4.0</i>	68
4.10.1.	Data Geometri	69
4.10.2.	Koefisien Kekasaran Saluran <i>Manning</i>	71
4.10.3.	Input Data <i>Steady Flow</i>	72
4.10.4.	Eksekusi Pemodelan Jaringan Drainase	72
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	75
5.1.	Kesimpulan	75
5.2.	Saran	76
	DAFTAR PUSTAKA	77
	LAMPIRAN	
	DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan	14
Tabel 2.2	Nilai kritis untuk uji <i>Smirnov-Kolmogorov</i>	26
Tabel 2.3	Nilai Kritis Untuk Distribusi <i>Chi-square</i>	28
Tabel 2.4	Koefisien aliran (C) secara umum	33
Tabel 2.5	Koefisien pengaliran berdasarkan persentase permukaan yang kedap dengan waktu konsentrasi	34
Tabel 2.6	Nilai koefisien <i>Manning</i>	35
Tabel 3.1	Data ukuran dan kondisi drainase primer	42
Tabel 3.2	Data curah hujan (Stasiun BMKG Sampali)	47
Tabel 4.1	Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Sampali Medan	53
Tabel 4.2	Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi <i>Gumbel</i>	54
Tabel 4.3	Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi <i>log normal</i> dan <i>log pearson III</i>	55
Tabel 4.4	Hasil pengukuran dispersi Stasiun Sampali	56
Tabel 4.5	Parameter pemilihan distribusi curah hujan	56
Tabel 4.6	Ploting Data	57
Tabel 4.7	Perhitungan uji kecocokan <i>smirnov kolmogrof</i>	58
Tabel 4.8	Analisa frekuensi distribusi <i>Log Pearson Tipe III</i>	59
Tabel 4.9	Perhitungan curah hujan rencana metode <i>Log Pearson Type III</i>	60
Tabel 4.10	Perhitungan intensitas curah hujan	62
Tabel 4.11	Perhitungan Q rancangan debit banjir drainase primer	62
Tabel 4.12	Hasil survei drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono	63
Tabel 4.13	Data ukuran dan kondisi drainase primer	64
Tabel 4.14	Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran primer	66
Tabel 4.15	Rancangan ulang drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono	67
Tabel 4.16	Perbandingan Q tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir Saluran primer Jl. Kapten Sumarsono	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus hidrologi	10
Gambar 2.2	Pola jaringan siku	18
Gambar 2.3	Pola jaringan parallel	18
Gambar 2.4	Jaringan <i>grid iron</i>	19
Gambar 2.5	Pola jaringan alamiah	19
Gambar 2.6	Contoh Saluran A – B pada suatu daerah pengaliran	36
Gambar 3.1	Lokasi Penelitian Jalan Kapten Sumarsono Kec. Medan Helvetia	40
Gambar 3.2	Kondisi Saluran Drainase STA 1+200 Sebelum Hujan	43
Gambar 3.3	Kondisi Saluran Drainase STA 1+200 Setelah Hujan	43
Gambar 3.4	Kondisi Saluran Drainase STA 1+700 Sebelum Hujan	44
Gambar 3.5	Kondisi Saluran Drainase STA 1+700 Setelah Hujan	44
Gambar 3.6	Kondisi Saluran Drainase STA 1+900 Sebelum Hujan	45
Gambar 3.7	Kondisi Saluran Drainase STA 1+900 Setelah Hujan	45
Gambar 3.8	Kondisi Saluran Drainase STA 2+700 Sebelum Hujan	46
Gambar 3.9	Kondisi Saluran Drainase STA 2+700 Setelah Hujan	46
Gambar 3.10	Peta denah dan pola aliran air DTA kawasan Helvetia	47
Gambar 3.11	Bagan alir penelitian	52
Gambar 4.1	Grafik curah hujan rencana metode <i>Log Pearson Type III</i>	60
Gambar 4.2	Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Kapten Sumarsono	64
Gambar 4.3	Dimensi penampang drainase primer	65
Gambar 4.4	Rancangan dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Kapten Sumarsono	67
Gambar 4.5	Pembuatan project <i>Hec-Ras 4.1.0</i>	70
Gambar 4.6	Pemodelan denah penampang saluran.	70
Gambar 4.7	Input data <i>cross section</i> penampang drainase primer	71
Gambar 4.8	Input koefisien kekasaran manning	71
Gambar 4.9	Input data <i>steady flow</i>	72
Gambar 4.10	<i>Cross section</i> saluran drainase primer Sta 2+700	72
Gambar 4.11	<i>Cross section</i> saluran drainase primer Sta 0+00.	73
Gambar 4.12	<i>Profile plot</i> saluran drainase primer	73
Gambar 4.13	<i>General profile plot</i> saluran drainase primer	74

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

	: Rata-rata curah hujan
R_n	: Besarnya curah hujan pada masing-masing stasiun
n	: Banyak stasiun hujan
A_n	: Bagian daerah yang mewakili tiap titik pengamatan
C_s	: Nilai kemencengan
C_k	: Pengukuran kurtosis
S_d	: Deviasi standar nilai variate
\overline{X}	: Nilai rata-rata hitung variate
X^T	: Perkiraan nilai yang diharapkan dengan periode ulang T tahunan
Y^T	: Variasi reduksi
Y_n	: Nilai tengah reduce variate tergantung banyaknya sampel
K	: Faktor frekuensi
Q	: Debit banjir rencana dengan kala ulang T tahun
	: Koefisien limpasan
I	: Intensitas Curah Hujan
A	: Luas daerah aliran sungai
S	: Kemiringan dasar saluran
V	: Kecepatan aliran
h	: Kedalaman aliran
n	: Koefisien Manning
p	: Keliling basah
R	: Jari-jari hidrolis
R_r	: Curah hujan rencana
C	: Koefisien pengaliran
C_s	: Koefisien Tampungan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pertumbuhan kota dan perkembangan industri menimbulkan dampak yang cukup besar pada siklus hidrologi sehingga berpengaruh besar terhadap sistem drainase perkotaan. Salah satu dampak yang timbul akibat pertumbuhan dan perkembangan industri adalah banjir. Hal ini disebabkan karena terjadinya perubahan tata guna lahan. Oleh karena itu perkembangan kota harus diikuti dengan peningkatan dan perbaikan system drainase.

Sistem drainase merupakan serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal, jadi sistem drainase adalah rekayasa infrastruktur di suatu kawasan untuk menanggulangi adanya genangan banjir.

Perbaikan drainase perkotaan harus dilaksanakan secara menyeluruh dimulai dari tahap perencanaan, konstruksi, pembiayaan serta partisipasi masyarakat. Drainase perkotaan merupakan salah satu prasarana kota yang memiliki keterkaitan dengan prasarana kota lainnya, sehingga memiliki keterkaitan dengan berbagai instansi. Apabila perencanaan dan koordinasi dengan pihak yang terkait tidak tercapai maka akan sulit untuk menjaga suatu pelayanan yang baik. Hal tersebut ditunjukkan dengan terjadinya genangan dan banjir di berbagai tempat.

Banjir adalah fenomena alam yang terjadi di kawasan yang banyak dialiri oleh aliran sungai. Sedangkan secara sederhana, banjir didefinisikan sebagai hadirnya air suatu kawasan luas sehingga menutupi permukaan bumi kawasan tersebut. Berdasarkan SK SNI M-18-1989-F (1989) dalam Suparta 2004, bahwa banjir adalah aliran air yang relatif tinggi, dan tidak tertampung oleh alur sungai atau saluran.

Pembangunan perumahan dan pertokoan di Jalan Kapten Sumarsono yang cukup pesat telah mengurangi area resapan air hujan dan menimbulkan genangan-genangan. Selain itu saluran drainase yang telah adapun efisiensinya telah

berkurang karena adanya pembuangan sampah di saluran drainase. Akibatnya setiap musim hujan air dari saluran drainase meluap membanjiri rumah-rumah dan jalan disekitar saluran drainase.

Kebutuhan terhadap drainase berawal dari kebutuhan air untuk kehidupan manusia yang mana untuk kebutuhan tersebut manusia memanfaatkan saluran air untuk kebutuhan untuk rumah tangga, pertanian, perikanan, peternakan dan lain sebagainya. Bentuk dari pada keadaan tersebut mengakibatkan daerah yang tergenang di kota, khususnya Jalan Kapten Sumarsono semakin bertambah. Untuk mengatasi permasalahan genangan tersebut maka diperlukan penanganan yang terencana yakni dengan melakukan identifikasi permasalahan secara seksama dan membuat desain yang mampu mengatasi masalah tersebut. Banyak faktor menjadi penyebab terjadinya banjir di Jalan Kapten Sumarsono, diantaranya adalah:

- Curah hujan

Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai dan bilamana melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan.

- Kapasitas drainase yang tidak memadai

Hampir semua kota-kota di Indonesia mempunyai drainase daerah genangan yang tidak memadai, sehingga kota tersebut sering menjadi sasaran musim banjir.

- Sampah

Disiplin masyarakat untuk membuang sampah pada tempat yang ditentukan tidak baik, umumnya mereka langsung membuang sampah kesungai. Di kota-kota besar hal ini sangat mudah dijumpai. Pembuangan sampah di alur sungai dapat meninggikan muka air banjir karena menghalangi aliran.

- Drainase perkotaan yang tidak terawat

Drainase perkotaan dan pengembangan lahan pertanian pada daerah bantuan banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi.

Kawasan Medan Helvetia merupakan salah satu kecamatan yang berada di kota Medan, Provinsi Sumatera Utara dimana sebagian besar daerahnya terdiri dari gedung-gedung dan pemukiman penduduk. Kawasan Helvetia memiliki luas 16.460 Hektar (164,60 Km²), dengan jumlah penduduk yang relatif besar. Secara geografis terletak pada 3⁰ 36' 52" Lintang Utara dan 98⁰ 41' 36" Bujur Timur. Untuk itu topografi kota Medan cenderung miring ke Utara dan berada pada ketinggian 12 - 40 meter diatas permukaan laut.. Sempitnya lahan di Kawasan Helvetia mengakibatkan terjadinya desakan pemukiman penduduk. Kondisi tersebut mengakibatkan kemiringan bentuk aliran air daripada drainase-drainase ekisting menjadi lebih kecil dan kapasitasnya menjadi berkurang.

Area drainase Jalan Kapten Sumarsono dipilih sebagai daerah penelitian karna terdapat banyak genangan air di lokasi pusat penduduk, perekonomian, akses jalan dan tempat pelayanan publik. Maka dampak dari genangan yang dapat merugikan secara langsung maupun tidak langsung ini harus dibuat penanganannya.

Drainase di kawasan Helvetia merupakan saluran drainase mikro yang sudah ditingkatkan menjadi saluran drainase teknis yang di beberapa waktu saat debit hujan memuncak mengalami over load debit

Maka perlu diadakan "Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Kawasan Medan Helvetia (Studi Kasus)" sehingga diharapkan dapat membantu dalam penanganan alternatif penambahan dimensi penampang di drainase primer dan drainase sekunder jika secara teknis masih memenuhi syarat.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang penelitian tersebut, maka yang menjadi permasalahan sebagai berikut:

1. Distribusi apa yang sesuai untuk mengevaluasi data yang ada?
2. Berapakah besarnya intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat dari Stasiun Klimatologi?

3. Berapakah besar debit banjir rencana di daerah penelitian?
4. Apakah saluran drainase eksisting masih mampu untuk menampung debit banjir rencana pada Jalan Kapten Sumarsono?

1.3. Batasan Masalah

Untuk penelitian ini agar lebih terarah, maka penulis membatasi masalah ini sebagai berikut:

1. Menentukan distribusi yang sesuai dengan mengevaluasi data yang ada.
2. Menentukan curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat dari Stasiun Klimatologi untuk daerah Medan Helvetia.
3. Mengevaluasi debit banjir rencana pada daerah penelitian di drainase primer Jl. Kapten Sumarsono Kecamatan Medan Helvetia
4. Melakukan evaluasi hidrolis untuk menangani permasalahan banjir pada daerah penelitian tersebut.

1.4. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas dalam permasalahan pasti mempunyai tujuan yang ingin dicapai, sehingga akan mendapatkan hasil atau jawaban untuk keberhasilan. Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui distribusi yang sesuai dengan mengolah data yang sudah ada.
2. Untuk memperoleh intensitas curah hujan rencana pada daerah penelitian dengan menganalisa data curah hujan dari stasiun pengamat hujan yang ada di daerah tersebut.
3. Untuk mendapatkan debit banjir rencana dan waktu konsentrasi di lokasi penelitian pada daerah tangkapan air.
4. Untuk mengetahui apakah saluran drainase eksisting masih mampu menampung debit banjir rencana pada Jalan Kapten Sumarsono.

1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan tujuan penelitian, maka penelitian ini akan bermanfaat untuk:

1. Secara akademis sebagai ilmu pengetahuan dan proses belajar untuk bahan masukan serta pertimbangan dalam melakukan kajian ilmiah tentang evaluasi debit banjir rencana pada Jalan Kapten Sumarsono.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa dan pembahasan data untuk mengetahui perbedaan atau perbandingan dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui masalah banjir pada daerah tangkapan air di Jalan Kapten Sumarsono.
4. Menambah wawasan, pengetahuan, dan pengalaman untuk dapat diaplikasikan di dunia perencanaan jalan raya khususnya perencanaan drainase.
5. Sebagai masukan untuk Pemerintah Daerah setempat.
6. Sebagai bahan referensi Dinas Pekerjaan Umum untuk menanggulangi Daerah Rawan Banjir.
7. Memudahkan Dinas Pekerjaan Umum dalam mengambil keputusan untuk membangun sarana drainase yang baru.

1.6. Metodologi Penelitian

Metodologi merupakan kerangka dasar dari tahapan penyelesaian tugas akhir. Metodologi penulisan ini mencakup semua kegiatan yang dilaksanakan untuk memecahkan masalah atau melakukan proses evaluasi terhadap permasalahan tugas akhir. Berikut adalah rincian metodologi penelitian yang akan dilaksanakan pada tugas akhir ini:

Teknik pengumpulan data

-) Pengumpulan data curah hujan maksimum harian dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
-) Studi literature (Kepustakaan).
-) Pengamatan langsung dilapangan.

Teknik pengolahan data

-) Mengumpulkan data-data yang mendukung untuk perhitungan debit banjir rencana.
-) Menganalisis curah hujan rencana.
-) Menghitung debit banjir rencana dengan menggunakan metode Rasional.

1.7. Sistematika Penulisan

Untuk penulisan Tugas Akhir dengan judul “Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Kawasan Medan Helvetia (Studi Kasus)” ini tersusun dari 5 bab, dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang uraian mengenai tinjauan secara umum, Latar belakang, Rumusan masalah, Ruang lingkup penelitian, Tujuan dan Manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan uraian teoritis, dan menunjukkan pembahasan mengenai penyusunan terapan dari sejumlah buku, yang dapat menjadi bahan acuan dalam penyusunan ini dan membuat aplikasi perhitungan yang dapat mendukung dalam kelengkapan penyusunan tugas akhir ini.

3. BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas persiapan dan pelaksanaan penelitian, yang berasal dari instansi pemerintahan maupun swasta yang terkait data sekunder ataupun primer. Dimana data sekunder meliputi data hidrologi dan klimatologi sedangkan primer dengan melaksanakan survei. Adapun pengumpulan data bertujuan untuk memenuhi data-data yang berhubungan dengan permasalahan guna melengkapi penulisan ini.

4. BAB IV ANALISA DATA

Bab ini berisi tentang penyusunan dan pengolahan data yang berhubungan secara langsung dengan kondisi sistem drainase pada Jalan Kapten Sumarsono.

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas mengenai hasil akhir penulisan tugas akhir berupa kesimpulan dan saran yang di perlukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hidrologi Umum

Hidrologi adalah ilmu yang berkaitan dengan air bumi, terjadinya peredaran, sifat-sifat kimia dan fisiknya, dan reaksi dengan lingkungannya, termasuk hubungannya dengan makhluk-makhluk hidup.

Karena perkembangan yang ada maka ilmu hidrologi telah berkembang menjadi ilmu yang mempelajari sirkulasi air. Jadi dapat dikatakan, hidrologi adalah ilmu untuk mempelajari: presipitasi (*precipitation*), evaporasi dan transpirasi (*evaporation*), aliran permukaan (*surface stream flow*), dan air tanah (*groun water*).

Hidrologi merupakan ilmu yang mempelajari seluk beluk, kejadian, dan distribusinya, sifat alami dan sifat kimianya, serta reaksinya terhadap kebutuhan manusia.

Sedangkan hidrologi teknik adalah cabang hidrologi terapan yang termasuk keterangan hidrologi yang teruntuk bagi teknik, misalnya perancangan, penyelenggaraan, dan perawatan sarana dan bangunan teknik.

Analisis hidrologi diperlukan untuk perencanaan drainase, *culvert*, maupun jembatan yang melintang sungai atau saluran. Dalam analisis hidrologi diperlukan data curah hujan, daerah tangkapan air (DTA), analisa curah hujan rencana, pemilihan jenis sebaran, dan analisi debit banjir rencana. Kegagalan dalam perhitungan drainase menyebabkan terjadinya banjir yang tentunya akan menyebabkan keruntuhan pada struktur dari jalan. Untuk itu dalam perhitungan analisa hidrologi diperlukan ketelitian yang pasti baik itu dari pengumpulan data maupun pengolahan data agar dalam perencanaan suatu drainase, *culvert*, maupun jembatan tidak terjadi kekeliruan.

2.1.1. Siklus Hidrologi

Pada prinsipnya, jumlah air di alam ini tetap dan mengikuti suatu aliran yang dinamakan siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah suatu proses yang berkaitan, dimana air diangkut dari lautan ke atmosfer (udara), ke darat dan kembali lagi ke laut.

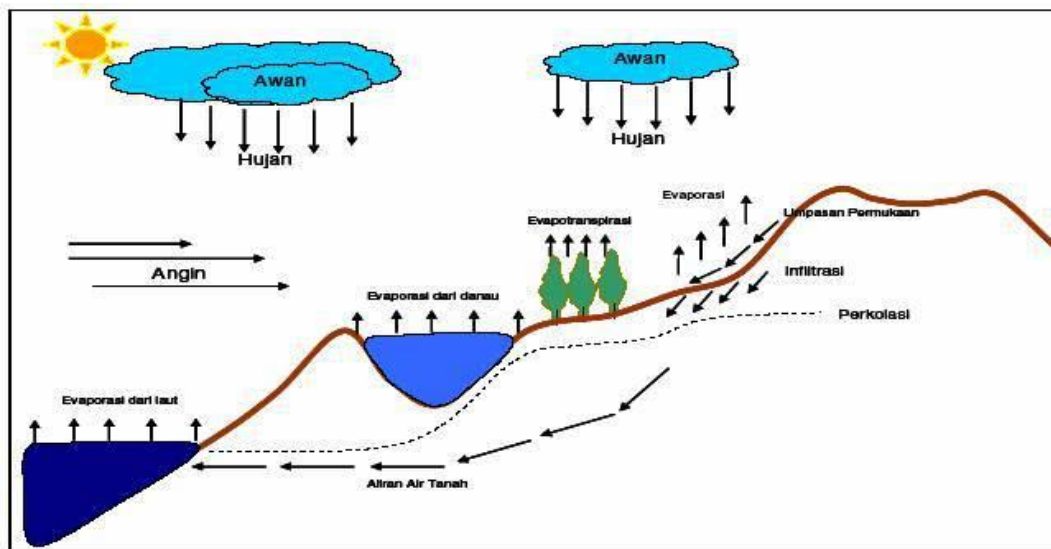
Hujan yang jatuh ke bumi baik langsung menjadi aliran maupun tidak langsung yaitu melalui vegetasi atau media lainnya akan membentuk siklus aliran air mulai dari tempat yang tinggi (pegunungan) menuju ke tempat yang rendah baik di permukaan tanah maupun di dalam tanah yang berakhir di laut.

Siklus hidrologi adalah sirkulasi air yang tidak pernah berhenti dari atmosfer ke bumi dan kembali ke atmosfer melalui kondensasi, presipitasi, evaporasi dan transpirasi. Air di bumi mengalami suatu siklus melalui serangkaian peristiwa yang berlangsung terus-menerus, di mana kita tidak tahu kapan dan dari mana berawalanya dan kapan pula akan berakhirnya (Suripin, 2004).

Air berevaporasi, kemudian jatuh sebagai presipitasi dalam bentuk hujan, salju, hujan batu, hujan es dan salju (*sleet*), hujan gerimis atau kabut. Pada perjalanan menuju bumi beberapa presipitasi dapat berevaporasi kembali ke atas atau langsung jatuh yang kemudian diintersepsi oleh tanaman sebelum mencapai tanah. Setelah mencapai tanah, siklus hidrologi terus bergerak secara kontiniu dalam tiga cara yang berbeda:

-) Evapotranspirasi: Air yang ada di laut, di daratan, di sungai, di tanaman, dan sebagainya kemudian akan menguap ke angkasa (atmosfir) dan kemudian akan menjadi awan. Pada keadaan jenuh uap air (awan) itu akan menjadi bintik-bintik air yang selanjutnya akan turun (*precipitation*) dalam bentuk hujan, salju dan es.
-) Infiltrasi/perkolasi ke dalam tanah: Air bergerak ke dalam tanah melalui celah-celah dan pori-pori tanah dan batuan menuju muka air tanah. Air dapat bergerak akibat aksi kapiler atau air dapat bergerak secara vertikal atau horizontal di bawah permukaan tanah hingga air tersebut memasuki kembali sistem air permukaan.
-) Air permukaan: Air bergerak di atas permukaan tanah dekat dengan aliran utama dan danau, makin landai lahan dan makin sedikit pori-pori tanah,

maka aliran permukaan semakin besar. Aliran permukaan tanah dapat dilihat biasanya pada daerah urban. Sungai-sungai bergabung satu sama lain dan membentuk sungai utama yang membawa seluruh air permukaan disekitar daerah aliran sungai menuju laut. Air permukaan, baik yang mengalir maupun yang tergenang (danau, waduk, rawa), dan sebagian air bawah permukaan akan terkumpul dan mengalir membentuk sungai dan berakhir ke laut. Proses perjalanan air di daratan itu terjadi dalam komponen-komponen siklus hidrologi yang tertera pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1: Siklus hidrologi.

Dengan adanya penyinaran matahari, maka semua air yang ada dipermukaan bumi akan berubah wujud berupa gas/uap akibat panas matahari dan disebut dengan penguapan atau evaporasi dan transpirasi. Uap ini bergerak di udara (atmosfir), kemudian akibat perbedaan temperatur di udara dari panas menjadi dingin maka air akan terbentuk akibat kondensasi dari uap menjadi cairan (*from air to liquid state*). Hujan jatuh ke bumi baik secara langsung maupun melalui media misalnya melalui tanaman (vegetasi). Di bumi air mengalir dan bergerak dengan berbagai cara. Pada retensi (tempat penyimpanan) air akan menetap untuk beberapa waktu. Retensi dapat berupa retensi alam seperti daerah-daerah cekungan, danau tempat-tempat yang rendah. Maupun retensi buatan seperti tampungan, sumur, embung, waduk.

Secara gravitasi, air mengalir dari daerah yang tinggi ke daerah yang rendah, dari gunung-gunung, pegunungan ke lembah, lalu ke daerah yang lebih rendah, sampai ke daerah pantai dan akhirnya akan bermuara ke laut. Aliran air ini disebut aliran permukaan tanah karena bergerak di atas muka tanah. Aliran ini biasanya akan memasuki daerah tangkapan atau daerah aliran menuju kesistem jaringan sungai, sistem danau atau waduk. Dalam sistem sungai aliran mengalir mulai dari sistem sungai kecil ke sistem sungai yang besar dan akhirnya menuju mulut sungai atau sering disebut *estuary* yaitu tempat bertemunya sungai dengan laut.

Air hujan sebagian mengalir meresap kedalam tanah atau yang sering disebut dengan infiltrasi, dan bergerak terus kebawah. Air hujan yang jatuh ke bumi sebagian menguap (evaporasi dan transpirasi) dan membentuk uap air. Sebagian lagi mengalir masuk kedalam tanah (infiltrasi, perkolasi, kapiler). Air tanah adalah air yang bergerak di dalam tanah yang terdapat di dalam ruang-ruang antara butir-butir tanah dan di dalam retak-retak dari batuan. Dahulu disebut air lapisan dan yang terakhir disebut air celah (*fissure water*). Aliran air tanah dapat dibedakan menjadi aliran tanah dangkal, aliran tanah antara dan aliran dasar (*base flow*). Disebut aliran dasar karena aliran ini merupakan aliran yang mengisi sistem jaringan sungai. Hal ini dapat dilihat pada musim kemarau, ketika hujan tidak turun untuk beberapa waktu, pada suatu sistem sungai tertentu aliran masih tetap dan kontiniu.

Sebagian air yang tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar ke permukaan tanah sebagai limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang terkumpul di sungai yang akhirnya akan mengalir ke laut kembali terjadi penguapan dan begitu seterusnya mengikuti siklus hidrogi. Penyimpanan air tanah besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu. Kondisi tata guna lahan juga berpengaruh terhadap tampungan air tanah, misalnya lahan hutan yang beralih fungsi mejadi daerah pemukiman dan curah hujan daerah tersebut. Sebagai permulaan dari simulasi harus ditentukan penyimpangan awal (*initial storage*).

Hujan jatuh ke bumi baik secara langsung maupun melalui media misalnya melalui tanaman (vegetasi), masuk ke tanah begitu juga hujan yang terinfiltrasi. Sedangkan air yang tidak terinfiltrasi yang merupakan limpasan mengalir ke

tempat yang lebih rendah, mengalir ke danau dan tertampung. Dan hujan yang langsung jatuh di atas sebuah danau (*reservoir*) air hujan (presipitasi) yang langsung jatuh di atas danau menjadi tampungan langsung. Air yang tertahan di danau akan mengalir melalui sistem jaringan sungai, permukaan tanah (akibat debit banjir) dan merembes melalui tanah. Dalam hal ini air yang tertampung di danau adalah aliran intra (*inflow*), sedangkan yang mengalir atau merembes adalah (*outflow*).

2.2. Pengertian Drainase

Drainase secara umum didefinisikan sebagai ilmu pengetahuan yang mempelajari usaha untuk mengalirkan air yang berlebihan dalam suatu konteks pemanfaatan tertentu.

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan salinitas, dimana drainase merupakan suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan kibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu *unsure* dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih dan sehat.

Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) atau bangunan resapan. Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah genangan air dan banjir.

2.2.1. Sejarah Perkembangan Drainase

Drainase perkotaan awalnya tumbuh dari kemampuan manusia mengenali lembah-lembah sungai yang mampu mendukung kebutuhan pokok hidupnya. Kebutuhan pokok tersebut berupa ketersediaan air bagi keperluan rumah tangga, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi dan kebutuhan sosial budaya.

Siklus ketersediaan/keberadaan air, terjadinya ketersediaan air secara berlebih. Untuk sehari-harinya terjadi buangan air dari penggunaan yang mengganggu lingkungan. Berangkat dari kesadaran akan arti kenyamanan hidup sangat tergantung pada kondisi lingkungan, maka manusia mulai mengatur lingkungan.

Harus diakui bahwa pertumbuhan dan perkembangan ilmu drainase perkotaan dipengaruhi oleh perkembangan ilmu hidrolika, matematika, statistika, fisika, kimia, komputasi dan bahkan juga ilmu ekonomi dan sosial budaya sebagai ibu asuh pertama kali. Ketika didominasi oleh ilmu hidrologi, hidrolika, mekanika tanah, ilmu ukur tanah, matematika, pengkajian ilmu drainase perkotaan tetap menggunakan konsep statistika. Sehingga ilmu drainase perkotaan (terapan) merupakan ilmu yang memberikan kelengkapan dari ilmu teknik sipil.

Namun dengan semakin akrabnya hubungan drainase ilmu perkotaan dengan statistika. Kesehatan lingkungan, sosial ekonomi yang selalu menuntut pendekatan masalah secara terpadu, maka ilmu drainase perkotaan semakin tumbuh secara tepat menjadi ilmu yang mempunyai dinamika yang cukup tinggi.

2.3. Drainase perkotaan

Drainase perkotaan/terapan adalah ilmu drainase yang diterapkan mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial budaya yang ada di kawasan kota.

Sistem drainase pokok mencakup sungai dan saluran alami, saluran pembuangan, dataran penampung banjir, jalan utama. Sistem drainase pokok harus mempunyai kapasitas cukup untuk melayani banjir-banjir sungai dan saluran dengan daerah lebih dari 100 Ha, dengan masa ulang 10 tahun.

Seperti yang tertera pada Tabel 2.1 Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).

Tabel 2.1: Kriteria desain hidrologi sistem drainase perkotaan (Suripin, 2004).

Luas DAS (Ha)	Periode ulang (tahun)	Metode perhitungan debit banjir
< 10	2	Rasional
100– 100	2-5	Rasional
101 – 500	5-20	Rasional
>500	10-25	Hidrograf Satuan

2.3.1. Sistem Drainase

Banyaknya air yang mengalir pada suatu saluran drainase dipengaruhi oleh curah hujan, suhu udara, iklim suatu daerah, tinggi rendahnya permukaan tanah dan kepadatan tanah. Jaringan drainase perkotaan meliputi saluran alur air, baik alur alam maupun buatan yang hulunya terletak dikota dan bermuara disungai yang melewati kota tersebut atau bermuara ke laut di tepi kota tersebut.

Drainase perkotaan melayani pembuangan kelebihan air pada suatu kota dengan cara mengalirkannya melalui permukaan tanah (*Surface drainage*) atau di bawah permukaan tanah (*Subsurface drainage*) untuk dibuang ke sungai, laut, atau ke danau. Kelebihan air tersebut dapat berupa air hujan, air limbah *domestic* maupun air limbah industri.

Drainase perkotaan/terapan merupakan sistem pengeringan atau pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:

1. Pemukiman
2. Kawasan industri dan perdagangan
3. Kampus dan sekolah
4. Rumah sakit dan fasilitas umum
5. Lapangan olah raga
6. Lapangan parkir
7. Instalasi militer, listrik dan telekomunikasi
8. Pelabuhan dan udara

Kriteria desain drainase perkotaan memiliki kekhususan, serta untuk perkotaan ada tambahan variabel desain seperti:

1. Keterkaitan dengan tata guna lahan.
2. Keterkaitan dengan *masterplan* drainase kota.
3. Keterkaitan dengan masalah sosial budaya.

Dalam sistem jaringan drainase, sesuai dengan fungsi dan sistem kerjanya dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu:

1. Saluran pencegahan pembebanan (*Interceptor drain*)

Saluran pencegahan pembebanan adalah saluran yang berfungsi sebagai pencegahan terjadinya pembebanan aliran dari suatu daerah terhadap daerah lain yang dibawahnya. Saluran ini biasanya dibangun dan diletakkan pada bagian yang relatif sejajar dengan garis kontur. *Outlet* dari saluran ini biasanya terdapat di *Collector Drain* dan langsung ke drainase alam (*natural drain*).

2. Saluran Pengumpul (*Collector drain*)

Saluran pengumpul adalah saluran yang berfungsi sebagai pengumpul debit yang diperoleh dari saluran drainase yang lebih kecil dan akhirnya dibuang ke pembawa (*Conveyor drain*).

3. Saluran Pembawa (*Conveyor drain*)

Saluran pembawa adalah saluran yang berfungsi sebagai pembawa air pembuangan dari suatu daerah ke lokasi pembuangan tanpa harus membahayakan daerah yang dilalui.

Dalam kenyataan dapat terjadi suatu saluran bekerja sekaligus untuk kedua atau bahkan ketiga jenis fungsi tersebut.

2.3.2. Kegunaan Saluran Drainase

Kegunaan saluran drainase antara lain:

- Mengeringkan daerah genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
- Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.3.3. Jenis-Jenis Drainase

Ada beberapa jenis drainase yang dibagi berdasarkan:

a. Berdasarkan sejarah terbentuknya

Drainase berdasarkan sejarah terbentuknya dikelompokkan mejadi:

1. Drainase alami (*Natural drainage*)

Drainase alami adalah drainase yang terbentuk secara alami dan tidak terdapat bangunan-bangunan penunjang sepeprti bangunan pelimpah, pasangan batu/beton, gorong-gorong, dan lain-lain, saluran ini terbentuk oleh gerusan air yang bergerak karena gravitasi yang lambat laun membentuk jalan air yang permanen seperti sungai.

2. Drainase buatan (*Artifical drainage*)

Drainase buatan adalah drainase yang dibuat dengan maksud dan tujuan tertentu sehingga memerlukan bangunan-bangunan khusus seperti selokan pasangan batu/beton, pipa-pipa dan seterusnya.

b. Berdasarkan letak bangunannya

Drainase berdasarkan letak bangunannnya dikelompokkan menjadi:

1. Drainase permukaan tanah (*Surface drainage*)

Drainase permukaan tanah adalah saluran drainase yang berada diatas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan, analisa alirannya merupakan analisa aliran saluran terbuka (*open channel flow*).

2. Drainase dibawah permukaan tanah

Drainase di bawah permukaan tanah adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media dibawah permukaan tanah (pipa-pipa).

c. Berdasarkan fungsinya.

Drainase berdasarkan fungsinya dikelompokkan menjadi:

1. Satu fungsi (*Single purpose*)

Satu fungsi yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan. Misalnya air hujan saja atau air buangan yang lain seperti limbah domestik, air limbah industri dan lain-lain.

2. Banyak fungsi (*Multi purpose*)

Banyak fungsi yaitu saluran yang berfungsi mengalirkan beberapa jenis air buangan, baik bercampur maupun bergantian.

d. Berdasarkan konstruksi.

1. Saluran terbuka

Saluran terbuka yaitu saluran yang lebih cocok untuk drainase air hujan yang terletak di daerah yang mempunyai luasan yang cukup, ataupun untuk drainase air non hujan yang tidak membahayakan kesehatan/mengganggu lingkungan.

2. Saluran tertutup

Saluran tertutup yaitu saluran yang pada umumnya sering dipakai untuk aliran air kotor (air yang mengganggu kesehatan lingkungan) atau untuk saluran yang terletak di tengah kota.

e. Berdasarkan sistem pengalirannya.

Drainase berdasarkan sistem pengalirannya dapat dikelompokkan menjadi:

1. Drainase dengan sistem jaringan

Drainase dengan sistem jaringan adalah suatu sistem pengeringan atau pengaliran air pada suatu kawasan yang dilakukan dengan mengalirkan air melalui sistem tata saluran dengan bangunan-bangunan pelengkapannya.

2. Drainase dengan sistem resapan

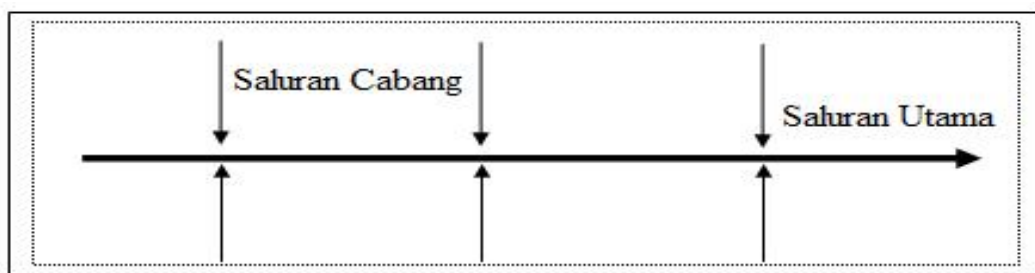
Drainase dengan sistem resapan adalah sistem pengeringan atau pengaliran air yang dilakukan dengan meresapkan air ke dalam tanah. Cara resapan ini dapat dilakukan langsung terhadap genangan air dipermukaan tanah ke dalam tanah atau melalui sumuran atau saluran resapan. Sistem resapan ini sangat menguntungkan bagi usaha konversi air.

2.3.4. Pola Jaringan Drainase

Pola jaringan drainase dapat dibedakan sebagai berikut:

1. Pola siku

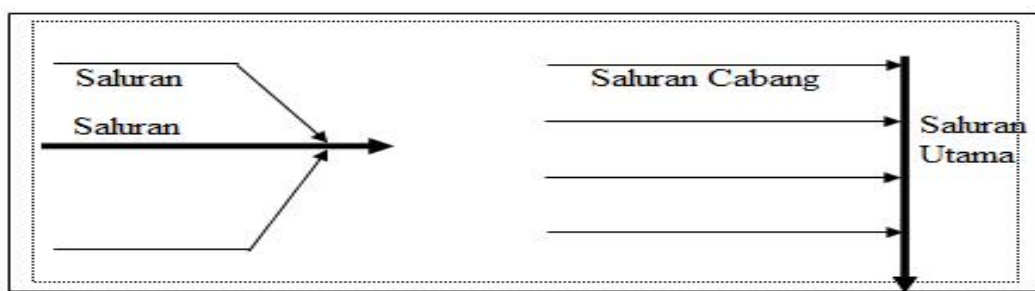
Pola siku adalah suatu pola dimana saluran cabang membentuk siku-siku pada saluran utama. Biasanya dibuat pada daerah yang mempunyai tofografi sedikit lebih tinggi dari pada sungai dimana sungai merupakan saluran pembuang utama yang berada ditengah kota seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2: Pola jaringan siku

2. Pola paralel

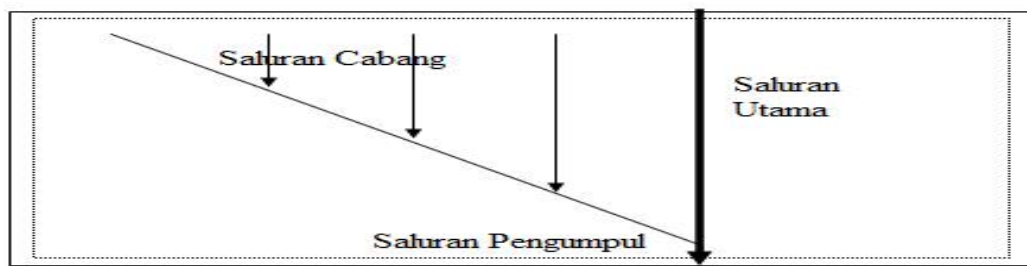
Pola paralel adalah suatu pola dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang yang pada bagian akhir saluran cabang dibelokan menuju saluran utama. Pada pola paralel saluran cabang cukup banyak dan pendek-pendek seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3: Pola jaringan paralel.

3. Pola *grid iron*

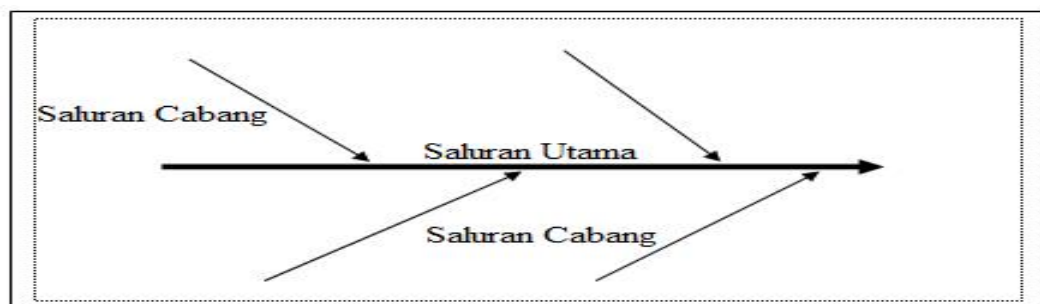
Pola *grid iron* adalah pola jaringan drainase dimana sungai terletak di pinggiran kota. Sehingga saluran-saluran cabang dikumpulkan dulu pada saluran pengumpul kemudian dialirkan pada sungai seperti yang dijelaskan pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Jaringan *grid iron*.

4. Pola alamiah

Pola alamiah adalah suatu pola jaringan drainase yang hampir sama dengan pola siku dimana sungai sebagai saluran berada di tengah kota, namun jaringan saluran cabang tidak terlalu terbentuk siku terhadap saluran utama atau sungai seperti pada Gambar 2.5 yang menjelaskan tentang pola jaringan alamiah.



Gambar 2.5: Pola jaringan alamiah.

2.4. Hujan (Presipitasi)

Presipitasi adalah nama umum dari uap yang mengkondensasi dan jatuh ke tanah dalam rangkaian proses siklus hidrologi. Proses ini dapat dikatakan sebagai proses terjadinya hujan. Hujan merupakan proses lanjutan dari naiknya massa

udara atau awan. Uap air yang terkandung dalam awan tersebut berubah menjadi butir-butir air yang besar dan akhirnya jatuh ke bumi. Proses terjadinya hujan dan besarnya curah hujan tidak sama antara daerah yang satu dengan daerah yang lain. Hujan adalah proses kondensasi uap air di atmosfer menjadi butir air yang cukup berat untuk jatuh dan biasanya tiba di dataran.

2.4.1. Durasi hujan

Durasi hujan adalah lamanya hujan (menit, jam, etmal) yang diperoleh dari hasil pencatatan alat ukur hujan otomatis. Durasi hujan selalu dihubungkan dengan waktu konsentrasi (t_c) khususnya pada drainase perkotaan/terapan (Halim, 2011).

2.4.2. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Nilai intensitas curah hujan tergantung lamanya curah hujan dan frekuensi hujan dan waktu konsentrasi. Intensitas curah hujan dianalisis dari data hujan secara empiris dan secara statistik.

2.4.3. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi adalah waktu yang diperlukan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran ke titik kontrol yang ditentukan di bagian hulu suatu aliran (Halim, 2011).

Waktu konsentrasi (t_c) = t_o + t_d

Dimana:

t_o (*inlet time*) : waktu yang diperlukan air untuk mengalir di muka tanah menuju saluran drainase.

t_d (*conduct time*) : waktu yang diperlukan air untuk mengalir di sepanjang saluran.

2.4.4. Analisa Curah Hujan Rencana

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Dalam analisa digunakan curah hujan rencana, hujan rencana yang dimaksud adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan, kemudian intensitas ini digunakan untuk mengestimasi debit rencana. Untuk berbagai kepentingan perancangan drainase tertentu data hujan yang diperlukan tidak hanya data hujan harian, tetapi juga distribusi jam atau menit. Hal ini akan membawa konsekuen dalam pemilihan data, dan dianjurkan untuk menggunakan data hujan hasil pengukuran dengan alat ukur otomatis. Dalam perencanaan saluran drainase periode ulang (*return periode*) yang dipergunakan tergantung dari fungsi saluran serta daerah tangkapan hujan yang akan dikeringkan. Menurut pengalaman, penggunaan periode ulang untuk perencanaan:

- Saluran kwarter : periode ulang 1 tahun
- Saluran tersier : periode ulang 2 tahun
- Saluran sekunder : periode ulang 5 tahun
- Saluran primer : periode ulang 10 tahun

Dalam pemilihan suatu teknik analisis penentuan banjir rencana tergantung dari data-data yang tersedia dan macam dari bangunan air yang akan dibangun (Soewarno, 1995).

a. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Analisa frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu ataupun masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi hujan secara teoritis dengan distribusi hujan secara empiris. Hujan rancangan ini digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir).

Langkah-langkah analisa frekuensi tersebut adalah:

1. Menentukan curah hujan harian maksimum merata untuk tiap-tiap tahun data.
2. Menentukan parameter statistik dari data yang telah diurutkan dari besar ke kecil, yaitu: *Mean, Standart Deviation, Coeffisient of Variation, Coeffisient of Skewness, Coeffisient of Kurtosis*.
3. Menentukan jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter yang ada.

b. Analisis Frekuensi

Dari curah hujan rata-rata dari berbagai stasiun yang ada di daerah aliran sungai, selanjutnya dianalisis secara statistik untuk mendapatkan pola sebaran data curah hujan yang sesuai dengan pola sebaran data curah hujan rata-rata (Soewarno, 1995).

1. Standar Deviasi (S)

Perhitungan standar deviasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{X_i - X\}^2}{n-1}} \quad (2.1)$$

Dimana:

- S = deviasi standar curah hujan
- X = nilai rata-rata curah hujan
- Xi = nilai pengukuran dari suatu curah hujan ke-i
- n = jumlah data curah hujan

2. Koefisien Variasi (CV)

Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi. Perhitungan koefisien variasi digunakan rumus sebagai berikut:

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \quad (2.2)$$

Dimana:

C_s = koefisien varian

S = deviasi standar

\bar{X} = nilai rata-rata varian

Dari nilai-nilai di atas, kemudian dilakukan pemilihan jenis sebaran yaitu dengan membandingkan koefisien distribusi dari metode yang akan digunakan.

3. Koefisien *Skewness* (C_s)

Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*assymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Perhitungan koefisien skewness digunakan rumus sebagai berikut:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad (2.3)$$

Dimana:

C_s = koefisien *skewness*

X_i = nilai varian ke i

\bar{X} = nilai rata-rata varian

n = jumlah data

S = deviasi standar

4. Pengukuran Kurtosis

Pengukuran kurtosis dimaksud untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal yang mempunyai $C_k = 3$ yang dinamakan *mesokurtik*, $C_k < 3$ berpuncak tajam yang dinamakan *leptokurtik*, sedangkan $C_k > 3$ berpuncak datar dinamakan *platikurtik*. Perhitungan kurtosis digunakan rumus sebagai berikut:

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^4}{S^4} \quad (2.4)$$

Dimana:

C_k = koefisien *kurtosis* curah hujan

n = jumlah data curah hujan

\bar{X} = nilai rata-rata dari data sampel

X_i = curah hujan ke i

S = standar deviasi

2.4.5. Distribusi Frekuensi

Distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien *skewness* (kecondongan atau kemencengan).

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi. Berikut ini beberapa jenis distribusi frekuensi yang digunakan dalam penelitian ini:

- Distribusi *Gumbel*
- Distribusi *Log Pearson Type III*

a. Distribusi *Gumbel*

Jika data hujan yang dipergunakan dalam perhitungan adalah berupa sampel (populasi terbatas), maka perhitungan hujan rencana berdasarkan Distribusi Probabilitas *Gumbel* dilakukan dengan rumus-rumus berikut:

$$X_T = \bar{X} + S \times K \quad (2.5)$$

Keterangan rumus:

X_T = hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

\bar{X} = nilai rata-rata dari data hujan (X)

S = standar deviasi dari data hujan (X)

K = faktor frekuensi *Gumbel*

$$K = \frac{Y_t Y_n}{S_n}$$

$Y_t = \text{reduced variate}$

= nilai Y, bisa ditentukan berdasarkan Lampiran

$S_n = \text{Reduced standart deviasi}$

$Y_n = \text{Reduced mean.}$

b. Distribusi Log Pearson Type III

Secara sederhana fungsi kerapatan peluang distribusi Log Pearson type III ini mempunyai persamaan sebagai berikut:

$$\log X_i = \overline{\log X_i} + K_T \cdot S_i \quad (2.6)$$

$$\overline{\log X} = \frac{\sum \log X_i}{n} \quad (2.7)$$

$$S_i = \text{standart deviasi} = \frac{\sqrt{(\log X_i - \log X)^2}}{(n-1)} \quad (2.8)$$

$$C_s = \text{koefisien skewness} = \frac{(\log X_i - \log X)^2}{(n-1) \cdot (n-2) S_i^3} \quad (2.9)$$

di mana:

x_i = data ke-i

S_i = standar deviasi

C_s = koefisien skewness

n = jumlah data

K_T = koefisien frekuensi

2.4.6. Uji Kecocokan Distribusi

Uji kecocokan distribusi adalah untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekwensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang di perkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekwensi tersebut diperlukan pengujian parameter. Untuk pengujian parameter dapat dilakukan dengan Uji Chi-kuadrat (*Chi-square*) atau Uji Smirnov-Kolmogrov.

J Uji *Smirnov-Kolmogorov*

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* sering juga disebut uji kecocokan non parametric (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Seperti pada Tabel 2.2 yang menunjukkan nilai kritis untuk uji *Smirnov-Kolmogorov*.

Tabel 2.2: Nilai kritis untuk uji *Smirnov-Kolmogorov*/ (Suripin, 2004).

Ukuran Sampel (n)	Level Of Significance α (%)			
	20	10	5	1
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,322	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23

Prosedur dasarnya mencakup perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulatif fungsi yang ditinjau. Sampel yang berukuran n, diatur dengan urutan yang meningkat. Dari data yang diatur akan membentuk suatu fungsi frekuensi kumulatif tangga.

Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

Uji *Smirnov – Kolmogrov*

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:

$$X_1 P(X_1) \quad ; \quad X_2 P(X_2) \quad ; \quad X_n P(X_n)$$

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data.

$$X_1 P'(X_1) \quad ; \quad X_2 P'(X_2) \quad ; \quad X_n P'(X_n)$$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{Maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$$

Berdasarkan Tabel 2.2 nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan Nilai kritis (D_0). Apabila nilai D lebih kecil dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, tetapi apabila nilai D lebih besar dari nilai D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

J Uji *Chi-square*

Uji *Chi-square* adalah salah satu uji statistik non paramatik yang cukup sering digunakan dalam penelitian. Uji *Chi-square* ini biasa diterapkan untuk pengujian kenormalan data, pengujian data yang berlevel nominal atau untuk menguji perbedaan dua atau lebih proposi sampel. Uji *chi-square* diterapkan pada kasus dimana akan uji diamati (data observasi) berbeda secara nyata ataukah tidak dengan frekuensi yang diharapkan. *Chi-square* adalah teknik analisis yang digunakan untuk menentukan perbedaan frekuensi (O_j) dengan frekuensi espektasi atau frekuensi harapan (E_j) suatu kategori tertentu. Uji ini dapat dilakukan pada data diskrit atau fekuensi.

Uji *chi-square* digunakan untuk menguji distribusi pengamatan, apakah sampel memenuhi syarat distribusi yang di uji atau tidak. Adapun prosedur perhitungan *chi-square* adalah sebagai berikut:

1. Menghitung jumlah kelas dengan rumus:

$$K = 1 + 3,22 \log n \quad (2.10)$$

Dengan:

K = jumlah kelas

N = Banyaknya data

2. Membuat kelompok-kelompok kelas sesuai dengan jumlah kelas.
3. Menghitung frekuensi pengamatan $O_j = n/\text{jumlah kelas}$.
4. Mencari besarnya curah hujan yang masuk dalam batas kelas (E_j).
5. Menghitung:

$$\chi^2 = \sum_{j=1}^k \frac{f_{Oj} - f_{Ej}}{f_{Ej}} \quad (2.11)$$

Dimana: χ^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

k = jumlah kelas

O_j = frekuensi pengamatan kelas

E_j = frekuensi teoritis kelas

- Menentukan χ^2_{cr} dari tabel dengan menentukan taraf signifikan (α) dan derajat kebebasan (v).

Menyimpulkan hasil dari tabel perhitungan apabila $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{cr}$ maka distribusi terpenuhi dan apabila nilai $\chi^2_{hitung} > \chi^2_{cr}$ maka distribusi tidak terpenuhi. Untuk melihat nilai distribusi tertera pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Nilai Kritis Untuk Distribusi *Chi-square*.

d ^k	α derajat kepercayaan							
	t _{0,995}	t _{0,99}	t _{0,975}	t _{0,95}	t _{0,90}	t _{0,85}	t _{0,80}	t _{0,75}
1	0,039	0,160	0,098	0,393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,100	0,201	0,506	0,103	5,991	6,783	9,210	10,597
3	0,717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	24,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,598
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,884	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582

Tabel 2.3: *Lanjutan.*

d ^k	α derajat kepercayaan							
	t _{0,995}	t _{0,99}	t _{0,975}	t _{0,95}	t _{0,05}	t _{0,025}	t _{0,01}	t _{0,005}
20	7,434	8,260	9,591	10,851	34,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,298	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,920	45,558
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,920

2.5. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu. Besarnya intensitas hujan berbeda-beda, tergantung dari lamanya curah hujan dan frekuensi kejadiannya. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistik maupun secara empiris.

Intensitas hujan (I) ialah laju rata-rata dari hujan yang lamanya sama dengan waktu konsentrasi T_c dengan masa ulang tertentu sesuai kebutuhan.

Intensitas hujan adalah termasuk dari karakteristik hujan yang juga terdapat durasi hujan yaitu lama kejadian (menit, jam, harian) diperoleh dari hasil pencatatan alat pengukur hujan otomatis. Dalam perencanaan drainase durasi hujan ini sering dikaitkan dengan waktu konsentrasi, khususnya pada drainase perkotaan diperlukan durasi yang relatif pendek mengingat akan toleransi terhadap lamanya genangan. Selanjutnya lengkung intensitas hujan adalah grafik yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan durasi hujan, hubungan tersebut dinyatakan dalam bentuk lengkungan intensitas hujan kala ulang hujan tertentu.

Intensitas hujan termasuk hal yang terpenting dalam melaksanakan atau menganalisis hidrologi suatu daerah drainase. Maka daripada itu akan dijelaskan teori perhitungan debit rencana, yakni perhitungan curah hujan dengan jangka waktu yang bervariasi untuk menentukan suatu volume debit saluran.

Untuk menentukan intensitas hujan adalah dengan menggunakan rumus-rumus empiris yang menyatakan hubungan antara intensitas hujan dengan lamanya hujan.

- Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \quad (2.12)$$

Rumus Mononobe

sering digunakan di Jepang, digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap berdasarkan data curah hujan harian.

di mana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

t = lamanya curah hujan (menit)

R_{24} = curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maximum dalam 24 jam - mm)

2.6. Banjir

Banjir adalah aliran air dipermukaan yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai sehingga melimpas ke kiri dan ke kanan saluran akibat terhambatnya aliran pada saluran pembuang. Akibat alami maupun akibat manusia. Pengaliran didasar sungai terutama disebabkan oleh hujan. Jatuhnya air hujan disuatu daerah, baik menurut waktu maupun menurut letak geografisnya tidak tetap melainkan berubah-ubah. Kita kenal dengan adanya musim hujan dan musim kemarau.

Tetapi pada musim hujanpun, dari hari-kehari, dari jam-kejam tidak sama. Demikian juga dari tahun ketahun banyak hujan tidak sama dan juga hujan maksimum dalam satu hari untuk berbagai tahun berlainan.

2.6.1. Jenis-Jenis Banjir

Banjir dibedakan atas peristiwanya:

1. Peristiwa banjir atau genangan yang terjadi pada daerah yang biasanya terjadi banjir.
2. Peristiwa banjir terjadi karena limpasan air banjir dari sungai, karena debit banjir tidak mampu dialirkan oleh alir sungai atau debit banjir lebih besar dari kapasitas pengaliran sungai yang ada.

Peristiwa banjir sendiri tidak jadi permasalahan, apabila tidak mengganggu terhadap aktifitas dan kepentingan manusia dan permasalahan itu timbul setelah manusia melakukan kegiatan pada daerah dataran banjir, untuk mengurangi kerugian akibat banjir.

2.6.2. Sebab Terjadinya Banjir

Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Namun secara umum penyebab terjadinya banjir dapat diklasifikasikan dalam kategori, yaitu banjir yang disebabkan oleh sebab-sebab alami dan banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia.

Sebab–sebab banjir yang alami adalah:

1. Curah hujan yang tinggi
2. Erosi dan sedimentasi
3. Kapasitas drainase/sungai yang tidak memadai

Sebab–sebab banjir yang diakibatkan oleh tindakan manusia adalah:

1. Sampah
2. Kerusakan bangunan pengendali banjir
3. Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat

2.6.3. Banjir Rencana

Banjir rencana tidak boleh kita tetapkan terlalu kecil agar jangan terlalu sering terjadi ancaman pengrusakan bangunan atau daerah di sekitarnya. Tetapi juga tidak boleh terlalu besar sehingga ukuran bangunan tidak ekonomis. Jatuhnya

hujan terjadi menurut suatu pola dan suatu siklus tertentu. Hanya kadang-kadang terjadi penyimpangan-penyimpangan pada pola itu tetapi biasanya kembali pada pola yang teratur. Untuk menentukan banjir rencana dalam perencanaan saluran drainase, perlu diadakan pertimbangan-pertimbangan hidro ekonomis.

2.7. Koefisien Pengaliran (C)

Koefisien pengaliran (C) adalah perbandingan antara jumlah aliran (*run off*) dengan jumlah curah hujan. Sehingga disingkat dengan:

$$C = \frac{\text{Jumlah aliran}}{\text{Jumlah Curah Hujan}} \quad (2.13)$$

Untuk daerah tangkapan beraneka ragam, bentuk permukaan dapat dicari koefisien pengalirannya dengan rumus:

$$C = \frac{(A_1 C_1 + A_2 C_2 + \dots + A_n C_n)}{A} \quad (2.14)$$

Dimana:

C = Koefisien pengaliran

A = Luas daerah tangkapan (m²)

Persentase angka pengaliran berangsur-angsur bertambah selama hujan berlangsung, juga harga koefisien pengaliran tersebut berbeda-beda, yang mana hal ini dapat disebabkan antara lain:

1. Faktor meteorologi, yang mencakup:
 - a. Curah hujan
 - b. Intersepsi
 - c. Evaporasi
 - d. Transpirasi
2. Faktor daerah, yang mencakupi:
 - a. Karakteristik daerah pengaliran
 - b. Faktor fisik, yaitu antara lain:
 - Penggunaan tanah (*land use*)
 - Jenis tanah
 - Kondisi topografi

Dapat dimengerti betapa sukar untuk menentukan besarnya pengaruh dari setiap faktor itu sendiri-sendiri. Berhubung dengan itu mungkin diperhitungkan semua faktor secara sendiri-sendiri. Pemilihan koefisien pengaliran harus memperhitungkan kemungkinan adanya perubahan tataguna lahan dikemudian hari karena dalam hal ini pengaruh koefisien pengaliran sangat besar dalam menentukan besarnya aliran disuatu tempat daerah tertentu berdasarkan jenis daerah aliran tersebut, koefisien pengaliran secara umum diperlihatkan Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Koefisien aliran (C) secara umum (Wesli, 2008).

Tipe Daerah Aliran	Kondisi	Koefisien Aliran C
Rerumputan	Tanah pasir, datar, 2%	0.05 - 0.10
	Tanah pasir, rata-rata, 2-7%	0.10 - 0.15
	Tanah pasir, curam, 7%	0.15 - 0.20
	Tanah gemuk, datar, 2%	0.13 - 0.17
	Tanah gemuk, rata-rata, 2-7%	0.18 - 0.22
	Tanah gemuk Curam, 7%	0.25 - 0.35
Business	Daerah Kota lama	0.75 - 0.95
	Daerah pinggiran	0.50 - 0.70
Perumahan	Daerah "Single family"	0.30 - 0.50
	"Multi units" terpisah-pisah	0.40 - 0.60
	"Multi units" tertutup	0.60 - 0.75
	"Suburban"	0.25 - 0.40
Industri	Daerah rumah apartemen	0.50 - 0.70
	Daerah ringan	0.50 - 0.80
	Daerah berat	0.60 - 0.90
Pertamanan, kuburan		0.10 - 0.25
Tempat bermain		0.20 - 0.35
Halaman kereta api		0.20 - 0.40
Daerah yang tidak		0.10 - 0.30
Jalan	Bersapal	0.70 - 0.95
	Beton	0.80 - 0.95
	Batu	0.70 - 0.85
Untuk berjalan dan naik		0.70 - 0.85
Atap		0.70 - 0.95

Pada perencanaan drainase di kawasan Helvetia, digunakan koefisien pengaliran pada Tabel 2.4 Koefisien aliran (C) secara umum (Wesli, 2008) dengan alasan-alasan sebagai berikut:

1. Harga-harga koefisien *run off* (koefisien pengaliran pada Tabel 2.4) merupakan hasil yang disurvei (diselidiki) pada sebagian daerah di Amerika Serikat.
2. Harga-harga koefisien pada Tabel 2.4 tidak tergantung pada lamanya hujan.
3. Harga-harga koefisien pengaliran pada Tabel 2.4 sangat sesuai untuk studi kasus ini, karena persentase daerah kedap dapat disurvei di lapangan.

Pada perencanaan drainase di kawasan Helvetia, digunakan Koefisien pengaliran berdasarkan persentase permukaan yang kedap dengan waktu konsentrasi pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Koefisien pengaliran berdasarkan persentase permukaan yang kedap dengan waktu konsentrasi.

t_c	Persentase permukaan yang kedap										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
10	0,149	0,189	0,229	0,269	0,309	0,350	0,390	0,430	0,470	0,510	0,550
20	0,236	0,277	0,318	0,360	0,401	0,442	0,483	0,524	0,566	0,607	0,648
30	0,287	0,329	0,372	0,414	0,457	0,499	0,541	0,584	0,626	0,669	0,711
45	0,334	0,377	0,421	0,464	0,508	0,551	0,594	0,638	0,681	0,73	0,768
60	0,371	0,415	0,458	0,502	0,546	0,590	0,633	0,677	0,721	0,764	0,808
75	0,398	0,442	0,486	0,530	0,574	0,618	0,661	0,705	0,749	0,793	0,837
90	0,422	0,465	0,509	0,552	0,596	0,639	0,682	0,736	0,769	0,813	0,856
105	0,445	0,487	0,530	0,572	0,615	0,657	0,699	0,742	0,784	0,827	0,869
120	0,463	0,505	0,546	0,588	0,629	0,671	0,713	0,754	0,796	0,837	0,879

2.7.1. Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran adalah kecepatan rata-rata suatu aliran dalam waktu tertentu. Rumus kecepatan aliran metode *Manning* antara lain adalah:

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad (2.15)$$

Dimana:

R = radius hidrolis

S = Kemiringan saluran

n = koefisien *Manning*

Tabel 2.6: Nilai koefisien *Manning* (Triatmodjo, 1993).

Bahan	Koefisien <i>Manning</i> (n)
Besi tuang lapis	0,014
Kaca	0,010
Saluran beton	0,013
Bata dilapis mortar	0,015
Pasangan batu disemen	0,025
Saluran tanah bersih	0,022
Saluran tanah	0,030
Saluran dengan dasar batu dan tebing rumput	0,040
Saluran pada galian batu padas	0,040

2.8. Koefisien Tampungan

Daerah yang memiliki cekungan untuk menampung air hujan relatif mengalirkan lebih sedikit air hujan dibandingkan dengan daerah yang tidak memiliki cekungan sama sekali. Efek tampungan oleh cekungan ini terhadap debit rencana diperkirakan dengan koefisien tampungan yang diperoleh dengan rumus berikut ini.

$$C_s = \frac{2 T_c}{2 T_c + T_d} \quad (2.16)$$

dimana:

C_s = koefisien tampungan

T_c = waktu konsentrasi (jam)

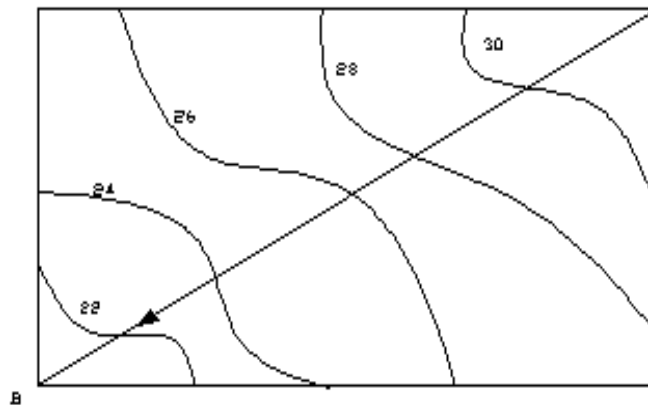
T_d = waktu aliran air mengalir di dalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam)

2.9. Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi pada daerah pengaliran adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari daerah yang terjauh ke suatu pembuang (*outlet*) tertentu, yang diasumsikan bahwa lamanya hujan sama dengan waktu konsentrasi pada semua bagian daerah pengaliran dimana air hujan berkumpul bersama-sama untuk mendapatkan suatu debit yang maksimum pada *outlet*.

Waktu konsentasi terdiri dari 2 (dua) bagian:

- Waktu pemasukan (*inlet time*) atau *time of entry* yaitu waktu yang dibutuhkan oleh aliran permukaan untuk masuk ke saluran.
- Waktu pengaliran (*Conduit Time*) yaitu waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir disepanjang saluran sampai titik kontrol yang ditentukan seperti Gambar 2.6.



Gambar 2.6: Contoh Saluran A – B pada suatu daerah pengaliran.

Pada Gambar 2.6, terlihat sebuah saluran drainase melintasi diagonal A- B pada sebuah daerah pengaliran. Bila hujan jatuh pada titik A maka hujan tersebut akan segera mengalirkan ke titik B dan seterusnya, demikian juga halnya air hujan yang jatuh di sekitar titik A akan masuk ke saluran dan seterusnya sampai di titik B.

Dari gambaran ini dapat dijelaskan adalah waktu pemasukan adalah waktu yang dibutuhkan air hujan dari titik terjauh masuk ke titik pengaliran misalnya titik A, sedangkan waktu pengaliran adalah waktu yang dibutuhkan oleh air dalam perjalanan dari titik A ke B.

Waktu pemasukan (*inlet time*) dipengaruhi oleh:

1. Kekasaran permukaan daerah pengaliran.
2. Kejenuhan daerah pengaliran.
3. Kemiringan daerah pengaliran.
4. Sisi dari bagian daerah atau jarak areal pembagi ke saluran.
5. Susunan atap/ perumahan yang ada pada daerah tersebut.

Dalam hal ini untuk curah hujan yang berasal dari atap, perkerasan halaman ataupun jalan yang langsung masuk ke saluran, waktu pemasukannya tidak lebih dari 5 menit. Pada daerah komersial yang relatif datar, waktu pemasukan yang dibutuhkan sekitar 10 samapi 15 menit, dan pada daerah pemukiman penduduk yang relatif datar waktu yang dibutuhkan sekitar 20 sampai 30 menit.

Waktu pengaliran (*time of flow*) tergantung pada perbandingan panjang saluran dan kecepatan aliran. Menurut rumus empiris dari *Kirpich* yang diasumsikan dari rumus *Manning* untuk koefisien kekasaran rata-rata dan jari-jari hidraulis yang berlaku umum. Waktu konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right) \quad (2.17)$$

Dimana:

t_c = Waktu konsentrasi

L = Panjang maksimum aliran (meter)

S = Beda tinggi antara titik pengamatan dengan lokasi terjauh pada daerah pengaliran dibagi panjang maksimum aliran atau kemiringan dasar saluran.

2.10. Perhitungan Debit Banjir (Q)

Cara untuk menentukan debit banjir rencana aliran (Q) yang berdasarkan debit hujan, dapat diklasifikasikan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menggunakan rumus Empiris
2. Melihat data curah hujan dari lembaga Meteorologi dan Geofisika sesuai dengan data yang diinginkan.
3. Menentukan periode ulang rencana untuk selokan samping saluran jaringan drainase.

Dari langkah–langkah diatas yang paling cocok digunakan untuk kondisi lapangan adalah cara Empiris, metode rasional. Metode rasional adalah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang disebabkan oleh curah hujan yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase. Adapun asumsi dari metode rasional adalah debit pengaliran akan maksimum kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya. Rumus dari metode rasional adalah sebagai berikut:

$$Q = 0,00278.C.I.A \quad (2.18)$$

Dimana:

Q = Debit ($m^3/debit$)

A = Luas daerah pengaliran (Ha)

I = intensitas Curah Hujan (mm/jam)

C = Koefisien pengaliran

2.10.1. Perhitungan Debit Rencana

Perhitungan debit rencana dapat dilakukan dengan beberapa metode. Berikut ini adalah penjelasan dari metode rasional.

- Metode Rasional

Metode Rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase. Adapun asumsi dari Metode Rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya. Secara matematis dapat ditulis sebagai berikut:

$$Q = 0,00278 C.I.A \quad (2.19)$$

di mana:

Q = debit dalam m^3/det

A = luasan daerah aliran dalam Ha

I = intensitas curah hujan dalam mm/ jam

C = angka pengaliran.

Rumus diatas berlaku untuk daerah yang luas pengalirannya tidak lebih dari 80 Ha, sedangkan untuk daerah yang luas pengalirannya lebih besar dari 80 Ha maka rumus rasional diatas harus dirubah menjadi:

$$Q = 0,00278 C.C_s . I.A \quad (2.20)$$

di mana:

Q = debit dalam m^3 / det

A = luasan daerah aliran dalam Ha

I = intensitas curah hujan dalam mm/ jam

C = angka pengaliran

C_s = koefisien tampungan

$$C_s = \frac{2 T_c}{2T_c + T_d} \quad (2.21)$$

di mana:

C_s = koefisien tampungan,

T_c = waktu konsentrasi (jam)

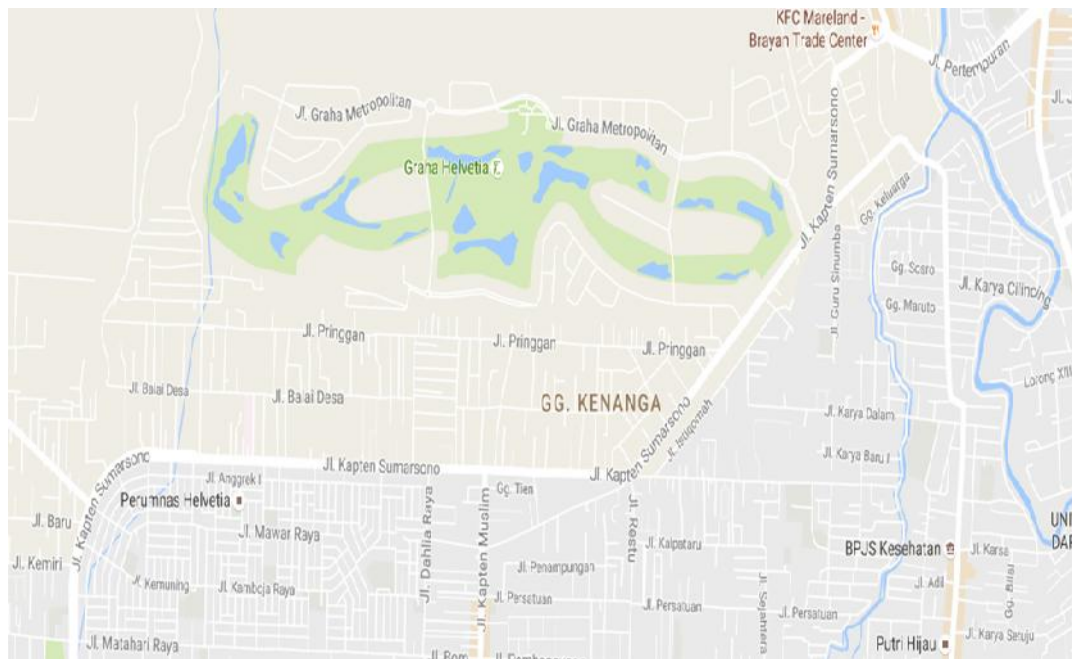
T_d = waktu aliran air mengalir didalam saluran dari hulu hingga ke tempat pengukuran (jam).

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Lokasi Wilayah Studi

Dalam penelitian pada tugas akhir ini, lokasi wilayah studi pada Jalan Kapten Sumarsono Kawasan Medan Helvetia pada Gambar 3.1 diperlukan untuk mengumpulkan sejumlah informasi mengenai daerah serta lingkungan tempat atau lokasi penelitian. Untuk itu dilakukan pengambilan data baik secara langsung maupun tidak langsung. Pengambilan data langsung maksudnya adalah peninjauan dan pencatatan atau pengukuran langsung dilakukan di lapangan. Dan yang dimaksud dengan pengambilan data tidak langsung ialah pengambilan data kepada instansi atau pejabat yang berkaitan dengan pengadaan data-data guna membantu memenuhi dan melengkapi data.



Gambar 3.1: Lokasi penelitian Jalan Kapten Sumarsono Kec. Medan Helvetia.

3.1.1. Kondisi Umum Lokasi Studi

Adapun lokasi studi pada tugas akhir ini diambil pada Jalan Kapten Sumarsono yang di pusatkan di Kecamatan Medan Helvetia dikarenakan di wilayah ini rawan terjadi genangan. data mengenai curah hujan harian maksimum wilayah kecamatan Medan Helvetia didapat melalui Stasiun Klimatologi Sampali Medan. Luas total area wilayah Medan Helvetia adalah 16.460 Ha. Dengan luas area genangan sebesar 74,5 Ha.

3.2. Bahan Dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Data primer terdiri atas:

1. Gambar keadaan Daerah Tangkapan Air (DTA) drainase primer kawasan Helvetia kota Medan.
2. Peta denah dan pola aliran air Daerah Tangkapan Air (DTA) dari survey drainase pada kawasan Helvetia kota Medan.
3. Data ukuran dan kondisi drainase primer pada kawasan Helvetia kota Medan.

Data sekunder terdiri atas:

1. Data curah hujan bulanan dan harian maksimum tahun 2006 hingga 2015 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sampali Medan.
2. Catchmen area (luas genangan banjir) Daerah Tangkapan Air (DTA) kawasan Helvetia kota Medan.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) mulai dari pemasukan data (*input*) sampai dengan pencetakan hasil (*output*) berupa peta. Peralatan tersebut mencakup perangkat keras yang terdiri dari: (a) komputer, (b) printer dan (c) alat tulis. Perangkat lunak yang terdiri dari: (a) *Microsoft office 2007*, (b) *Google Earth Pro 7.1.1.1871*, (c) *Global Mapper 15*, (d) *Auto Cad versi 2007* dan (e) *HEC RAS 4.1.0*.

3.3. Metodologi

Pendugaan kemungkinan terjadinya banjir atau genangan yang cukup luas dan tinggi di Jalan Kapten Sumarsono diakibatkan curah hujan yang tinggi pada daerah tangkapan air (*catchment area*) yang bermasalah. Dalam penulisan ini pengolahan data tersebut dianalisis menggunakan metode Rasional, Waduen dan Haspers dan pengkombinasian program *HEC RAS 4.1.0*. Sehingga, untuk memperoleh hasil akhirnya harus melalui tahapan kerja tertentu. Tahapan kerja yang dimaksud terdiri dari pemasukan (*input*), proses (*process*), dan keluaran (*output*).

3.4. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan semua informasi penelitian yang berguna dalam menganalisis hidrologi dan hidraulika pada lokasi studi serta pengkombinasian *HEC RAS* sebagai program pendukung. Data-data tersebut berupa data lokasi studi tersebut serta data curah hujan bulanan berdasarkan beberapa stasiun penangkar curah hujan tahun 2006 hingga 2015 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Sampali Medan.

3.4.1. Data primer

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan maka didapat data primer berupa data ukuran dan kondisi drainase pada Tabel 3.1 dan gambar keadaan DTA pada Gambar 3.2 sampai Gambar 3.10 serta peta denah dan pola aliran pada Gambar 3.10

Tabel 3.1: Data ukuran dan kondisi drainase primer Jl. Kapten Sumarsono.

No	Saluran primer	Ukuran Saluran		Panjang Saluran meter	Kondisi Eksisting Saluran
		B meter	H meter		
1	Jl. Kapten Sumarsono	1,5	1,225	2700	Batu Pecah Disemen

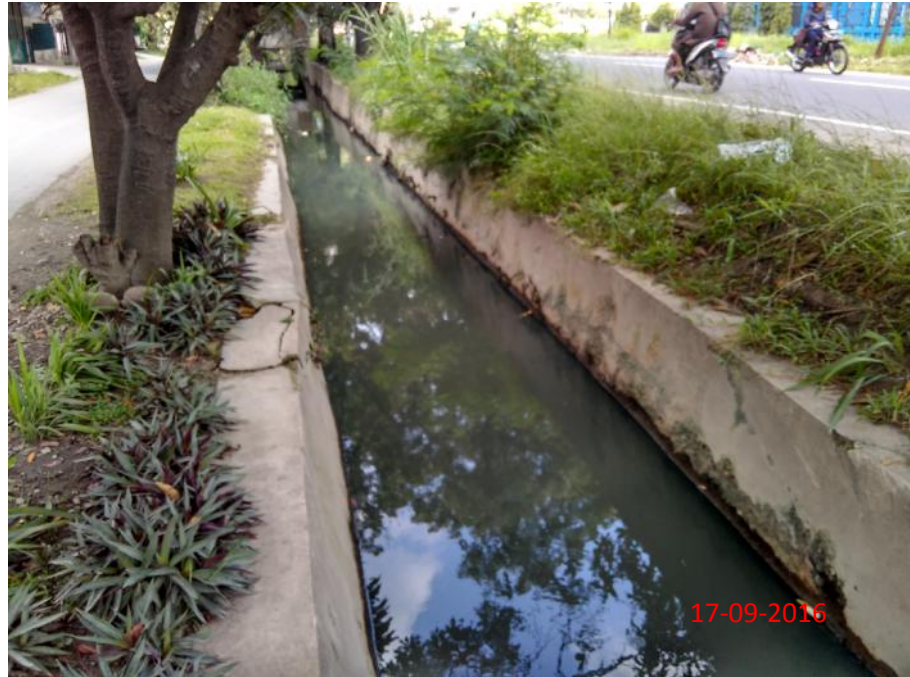
) Gambar keadaan DTA (daerah tangkapan air) kawasan Helvetia



Gambar 3.2: Kondisi saluran drainase STA 1+200 sebelum hujan.



Gambar 3.3: Kondisi saluran drainase STA 1+200 setelah hujan durasi 13 menit.



Gambar 3.4: Kondisi saluran drainase STA 1+700 sebelum hujan.



Gambar 3.5: Kondisi saluran drainase STA 1+700 setelah hujan durasi 13 menit.



Gambar 3.6: Kondisi saluran drainase STA 1+900 sebelum hujan.



Gambar 3.7: Kondisi saluran drainase STA 1+900 setelah hujan durasi 13 menit.

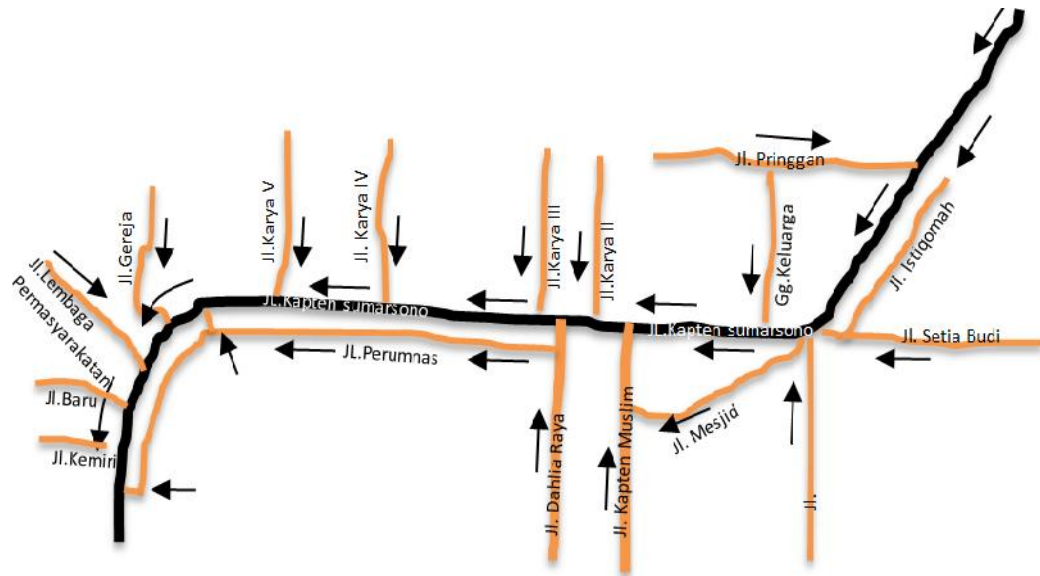


Gambar 3.8: Kondisi saluran drainase STA 2+700 sebelum hujan.



Gambar 3.9: Kondisi saluran drainase STA 2+700 setelah hujan durasi 13 menit.

) Peta denah dan pola aliran daerah tangkapan air (DTA) drainase pada kawasan Helvetia kota Medan.



Gambar 3.10: Peta denah dan pola aliran air DTA kawasan Helvetia.

3.4.2. Data sekunder

Data curah hujan bulanan dan harian maksimum tahun 2006 hingga 2015 yang diperoleh dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Stasiun Sampali pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Data curah hujan (Stasiun BMKG Sampali).

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2006	42	20	39	43	53	53	22	32	60	28	29	76
2007	42	6	0	18	60	10	46	65	52	21	65	76
2008	9	0	25	40	35	71	87	39	39	69	75	76
2009	82	0	38	113	31	41	75	88	68	69	53	36
2010	15	65	30	33	10	67	52	28	84	35	40	25
2011	45	45	35	47	30	30	45	50	53	60	45	25
2012	40	25	40	55	47	5	53	10	97	68	72	30
2013	14	49	25	25	51	27	14	30	35	78	30	57
2014	20	16	29	30	47	70	30	65	47	47	47	59
2015	22	8	32	55	43	32	27	56	41	58	50	45

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) mulai dari pemasukan data (*input*) sampai dengan pencetakan hasil (*output*) berupa peta. Peralatan tersebut mencakup perangkat keras yang terdiri dari: (a) komputer, (b) printer dan (c) alat tulis. Perangkat lunak yang terdiri dari: (a) *Microsoft office 2007*, (b) *Google Earth versi 5.0.11733.9347*, (c) *Auto Cad versi 2007*, (d) *Global Mapper versi 15*, dan (e) *HEC RAS 4.1.0*.

3.5. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data diperlukan untuk mencari dan menganalisis hasil kejadian berdasarkan parameter hidrologi dan hidraulika yang dihitung secara umum untuk tiap-tiap elemen, dan merupakan masukan bagi pemograman *HEC RAS 4.1.0* sebagai *input*. Setelah pemasukan (*input*) dari parameter hidrologi dan hidraulika dalam pemograman *HEC RAS 4.1.0* ini kemudian di proses (*process*) berdasarkan perhitungan yang dicari dan menghasilkan keluaran (*output*) berupa gambaran keseluruhan drainase dari hasil yang didapat baik secara dua dimensi maupun tiga dimensi sebagai pengaliran dari pemasukan (*inlet*) sampai ke pembuangan (*outlet*) sehingga mempermudah pengamatanambar dalam bentuk digital.

3.6. Analisa Hidrologi

Analisis hidrologi yang dilakukan pada studi ini meliputi kegiatan mengolah data mentah sampai didapatkan harga debit limpasan (banjir). Data hujan yang dipakai untuk analisis ini berasal dari stasiun yang berada di wilayah kota Medan, yaitu: Stasiun Sampali.

3.6.1. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Tujuan dari analisis frekuensi curah hujan ini adalah untuk memperoleh curah hujan dengan beberapa perioda ulang. Data hujan yang digunakan adalah data bulanan maksimum. Pada analisis ini digunakan beberapa metoda analisis distribusi untuk memperkirakan curah hujan dengan tahun periode ulang tertentu.

Metoda yang dipakai nantinya harus ditentukan dengan melihat karakteristik distribusi hujan daerah setempat. Periode ulang yang akan dihitung pada masing-masing metode adalah untuk periode ulang 2, 5, dan 10 tahun.

1. Metoda Distribusi Gumbel
2. Metoda Distribusi Log Normal
3. Metoda Distribusi Log Pearson Type III

3.6.2. Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian kecocokan sebaran adalah untuk menguji apakah sebaran yang dipilih dalam pembuatan *duration curve* cocok dengan sebaran empirisnya. Pengujian parameter dilakukan dengan metode *Smirnov-Kolmogorof*.

Prosedur dasarnya mencakup perbandingan antara probabilitas kumulatif lapangan dan distribusi kumulatif fungsi yang ditinjau. Sampel yang berukuran n , diatur dengan urutan yang meningkat. Dari data yang diatur akan membentuk suatu fungsi frekuensi kumulatif tangga. Prosedur pengujian ini adalah sebagai berikut:

Uji Smirnov - Kolmogorov

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:

$$X_1 P(X_1) \quad X_2 \quad P(X_2) \quad X_n P(X_n)$$

2. Tentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data.

$$X_1 \quad P'(X_1) \quad X_2 P'(X_2) \quad X_n P'(X_n)$$

3. Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesar antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{Maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)]$$

4. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan Nilai kritis (D_0).

Apabila nilai D lebih kecil dari nilai D_o maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, tetapi apabila nilai D lebih besar dari nilai D_o maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan distribusi tidak dapat diterima.

3.6.3. Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan persatuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya.

3.6.4. Metode Rasional

Untuk menghitung debit rencana pada studi ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

Adapun asumsi dari metode rasional adalah pengaliran maksimum terjadi kalau lama waktu curah hujan sama dengan lama waktu konsentrasi daerah alirannya. Untuk daerah yang luas pengalirannya lebih besar dari 80 Ha maka rumus Rasional secara matematis.

3.7. Analisis Hidraulika

Analisis hidrolis dilakukan terhadap area drainase kawasan Helvetia Kota medan dimana pada potongan penampang drainase waktu pemasukan (*inlet time*) dan waktu pengeluaran (*outlet time*) yang didapat serta menentukan kapasitas penampang berdasarkan data-data yang diperoleh sehingga didapat kapasitas debit yang telah direncanakan.

3.8. *HEC RAS 4.1.0*

HEC-RAS 4.1.0 merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran saluran terbuka seperti drainase, sungai, dan penampang saluran terbuka lainnya. *River Analysis System* (RAS), dibuat oleh *Hydrologic Engineering Center* (HEC) yang merupakan satuan kerja di bawah *US Army Corps of Engineers* (USACE). *HEC-RAS* merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak-permanen (steady and unsteady one-dimensional flow model).

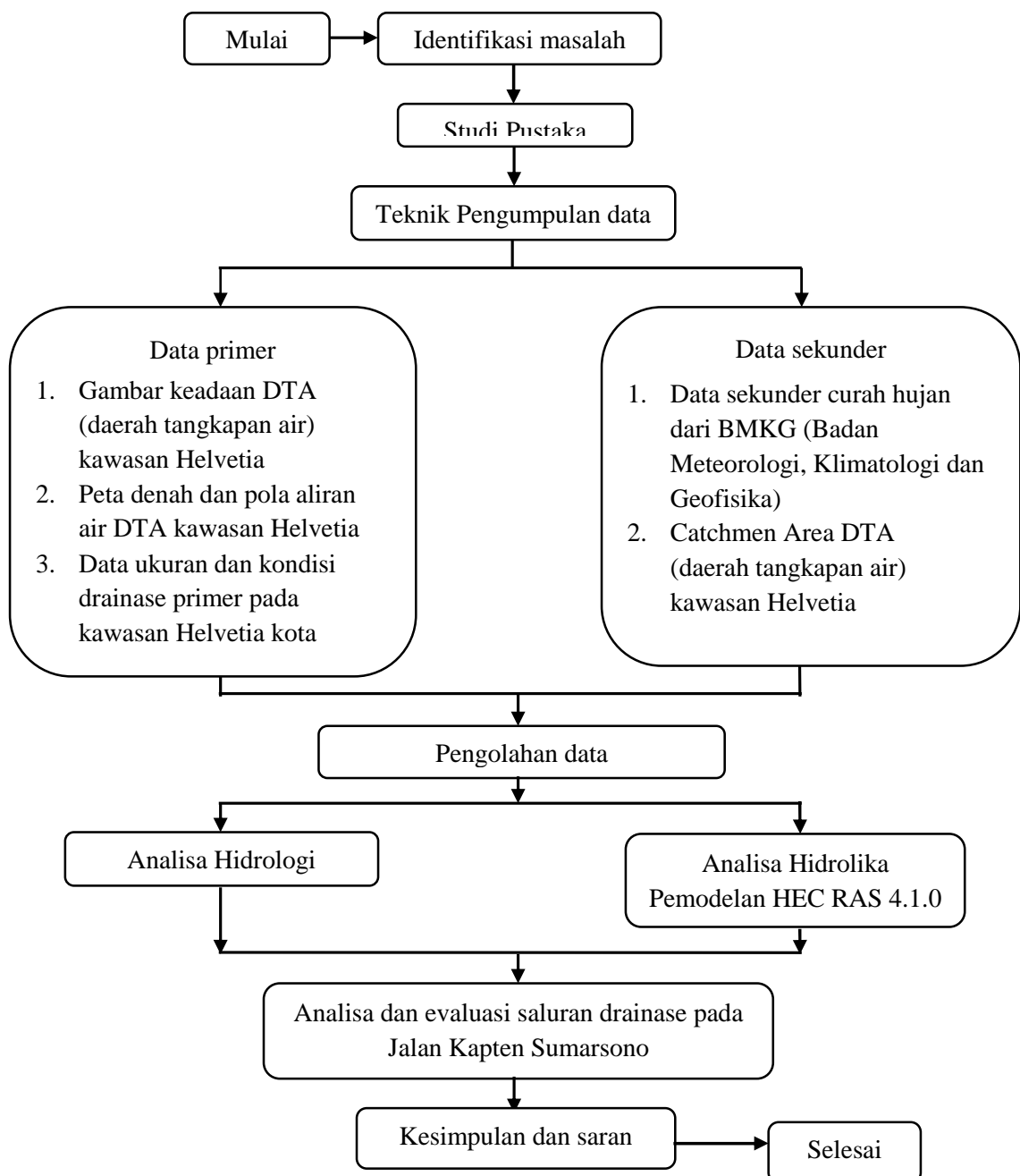
HEC-RAS 4.1.0 versi terbaru yang telah beredar saat ini, Versi 4 Beta, memiliki empat komponen model satu dimensi: (1) hitungan profil muka air aliran permanen, (2) simulasi aliran tak permanen, (3) hitungan transpor sedimen, dan (4) hitungan kualitas (temperatur) air. Satu elemen penting dalam *HEC-RAS 4.1.0* adalah keempat komponen tersebut memakai data geometri yang sama, *routine* hitungan hidraulika yang sama, serta beberapa fitur desain hidraulik yang dapat diakses setelah hitungan profile muka air dilakukan.

HEC-RAS 4.1.0 merupakan program aplikasi yang mengintegrasikan fitur *graphical user interface*, analisis hidraulik, manajemen dan penyimpanan data, grafik, serta pelaporan. Dalam penggunaan program *HEC-RAS 4.1.0*, yang perlu diperhatikan yaitu input data untuk *HEC-RAS 4.1.0*. Setiap data yang berhubungan dengan kondisi kajian sudah tentu merupakan input pada pemodelan. Data geometri untuk model saluran dan bangunan air menggunakan data lapangan hasil survei dan data ketinggian elevasi.

Data perhitungan hidrologi berupa data debit banjir dengan periode ulang tertentu. Pemodelan dibuat dengan memanfaatkan data debit berdasarkan kurva hidrograf untuk mengetahui pergerakan air. Data kecepatan air sesaat yang tercatat dan sudah dianalisis secara hidrolis dapat menjadi input pada syarat batas.

3.9. Bagan Alir Penelitian.

Bagan alir penelitian dipergunakan sebagai gambaran langkah-langkah yang akan diambil dalam proses perencanaan dimana didalamnya terdapat beberapa proses identifikasi masalah yang ada, proses pengumpulan data, proses pengkompilasian data, serta proses menganalisa dan mengevaluasi data yang ada. Adapun bagan alir penelitian diuraikan pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11: Bagan alir penelitian.

BAB 4

ANALISA DATA

4.1. Analisis Curah Hujan Rencana

Analisis curah hujan rencana adalah analisa curah hujan untuk mendapatkan tinggi curah hujan tahunan tahun ke n yang mana akan di gunakan untuk mencari debit banjir rancangan. Jika di dalam suatu areal terdapat beberapa alat penakar atau pencatat curah hujan, maka dapat diambil nilai rata-rata untuk mendapatkan nilai curah hujan area. Seperti pada Tabel 4.1 adalah data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Sampali Medan.

Tabel 4.1: Data curah hujan harian maksimum dari Stasiun Sampali Medan.

Tahun	Curah Hujan Harian Maksimum (mm)
2006	41,4
2007	38,4
2008	47
2009	57,8
2010	40,3
2011	42,5
2012	45,1
2013	36,2
2014	42,2
2015	39,1
N = 10 Tahun	430

Dari data curah hujan rata-rata maksimum tersebut kemudian dihitung pola distribusi sebarannya dengan menggunakan perhitungan analisa frekuensi. Distribusi sebaran yang akan di cari analisa frekuensinya antara lain adalah distribusi *gumbel*, distibusi *log normal*, dan distribusi *log pearson tipe III*.

4.2. Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu ataupun masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi hujan secara teoritis dengan distribusi hujan secara empiris. Hujan rancangan ini digunakan untuk menentukan intensitas hujan yang diperlukan dalam memperkirakan laju aliran puncak (debit banjir). Tabel 4.2 adalah perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi *Gumbel* dan pada Tabel 4.3 perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi *Log Normal* dan *Log Pearson III* pada Kawasan Medan Helvetia.

Tabel 4.2: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi *Gumbel*.

Tahun	Xi	X	Xi-X	(Xi-X)^2	(Xi-X)^3	(Xi-X)^4
2006	41,4	43	-1,6	2,56	-4,096	6,5536
2007	38,4	43	-4,6	21,16	-97,336	447,7456
2008	47	43	4	16	64	256
2009	57,8	43	14,8	219,04	3241,792	47978,5216
2010	40,3	43	-2,7	7,29	-19,683	53,1441
2011	42,5	43	-0,5	0,25	-0,125	0,0625
2012	45,1	43	2,1	4,41	9,261	19,4481
2013	36,2	43	-6,8	46,24	-314,432	2138,1376
2014	42,2	43	-0,8	0,64	-0,512	0,4096
2015	39,1	43	-3,9	15,21	-59,319	231,3441
N = 10 Tahun	430			332,8	2819,55	51131,3668

Parameter Statistik

Curah hujan rata-rata (X):

$$X = \frac{\sum X}{N} = \frac{430}{10} = 43$$

Standart deviasi (Sd) berdasarkan Pers. 2.1.

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{332,8}{9}} = 6,081$$

Koefisien skewness (Cs) berdasarkan Pers. 2.3.

$$C_s = \frac{N \sum (X - \bar{X})^3}{(N-1)(N-2)S^3} = \frac{1 (2,5)}{(9)(8)(6,0)^3} = 1,741$$

Pengukuran kurtosis (Ck) berdasarkan Pers. 2.4.

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X - \bar{X})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{1}(5,3)}{6,0^4} = 3,739$$

Koefisien variasi (Cv) berdasarkan Pers. 2.2.

$$C = \frac{S}{\bar{X}} = 0,141$$

Tabel 4.3: Perhitungan analisa frekuensi untuk distribusi *Log Normal* dan *Log Pearson III*.

Tahun	Xi	Yi = Log Xi	Log Yi	Log Yi - Log Y	(Log Yi - Log Y)^2	(Log Yi - Log Y)^3
2006	41,4	1,617000341	0,20871011	-0,00346219	0,00001199	-0,00000004
2007	38,4	1,584331224	0,19984598	-0,01232632	0,00015194	-0,00000187
2008	47	1,672097858	0,22326169	0,01108939	0,00012297	0,00000136
2009	57,8	1,761927838	0,24598812	0,03381582	0,00114351	0,00003867
2010	40,3	1,605305046	0,20555757	-0,00661473	0,00004375	-0,00000029
2011	42,5	1,62838893	0,21175814	-0,00041416	0,00000017	0,00000000
2012	45,1	1,654176542	0,21858186	0,00640956	0,00004108	0,00000026
2013	36,2	1,558708571	0,19276492	-0,01940738	0,00037665	-0,00000731
2014	42,2	1,625312451	0,21093686	-0,00123544	0,00000153	0,00000000
2015	39,1	1,592176757	0,20199128	-0,01018102	0,00010365	-0,00000106
N = 10 Tahun	430	16,29942556		-0,002326452	0,001997243	0,00002973

Parameter Statistik

Standart deviasi (Sd) berdasarkan Pers. 2.1.

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{(N-1)}} = \sqrt{\frac{0,0}{9}} = 0,0149$$

Koefisien *skewness* (Cs) berdasarkan Pers. 2.3.

$$C_s = \frac{N \sum (Y - \bar{Y})^3}{(N-1)(N-2)S^3} = \frac{1 (0,0)}{(9)(8)(0,0)^3} = 1,249$$

Pengukuran *kurtosis* (Ck) berdasarkan Pers. 2.4.

$$C_k = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y - \bar{Y})^4}{S^4} = \frac{\frac{1}{1}(0,0)}{0,0149^4} = 3,0503$$

Koefisien variasi (Cv) berdasarkan Pers. 2.2.

$$C = \frac{s}{\bar{y}} = 0,000346$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka didapat hasil pengukuran dispersi pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil pengukuran dispersi Stasiun Sampali.

No	Dispersi	Hasil Dispersi	
		Distribusi <i>Gumbel</i>	Distribusi <i>Log Normal</i> Dan <i>Log Pearson II</i>
1	Sd	6,081	0,0149
2	Cv	0,141	0,000346
3	Cs	1,741	1,249
4	Ck	3,739	3,0503

4.3. Pemilihan Jenis Sebaran

Ketentuan dalam pemilihan parameter distribusi curah hujan tercantum dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Parameter pemilihan distribusi curah hujan.

Jenis	K	Hasil	Keterangan
Normal	Cs = 0 Ck = 3	Cs = 1,741 Ck = 3,739	
<i>Log Normal</i>	Cs = $3 C_v + C_v^3 = 0.2773$ Ck = $C_v 8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3 = 3.7676$	Cs = 1,249 CK = 3,050	
<i>Gumbel</i>	Cs = 1,14 Ck = 5,4	Cs = 1,741 Ck = 3,739	
<i>Log pearson Tipe III</i>	Cs ≠ 0	Cs = 1,249	Dipilih

Berdasarkan parameter data hujan skala normal maka dapat mengestimasi distribusi yang cocok dengan curah hujan tertentu. Adapun distribusi yang dipakai dalam perhitungan ini adalah metode *Log Pearson Tipe III*.

4.4. Penentuan jenis sebaran cara grafis (Plotting Data)

Disamping metode analisis kita juga melakukan metode grafis, yaitu dengan cara plotting pada kertas probabilitas. Untuk mendapatkan jenis distribusi yang sesuai dengan distribusi data debit yang ada di daerah studi, maka perlu dilakukan pengeplotan data pada kertas probabilitas (*Gumbel*, *Log Normal*, *Log Pearson Type III*). Dari Plotting pada kertas probabilitas tersebut, bisa dilihat sebaran yang cocok / yang mendekati garis regresinya. Sebelum dilakukan penggambaran, data harus diurutkan dahulu dari kecil kebesar. Penggambaran posisi (*plotting positions*) yang dipakai adalah cara yang dikembangkan oleh *Weinbull* dan *Gumbel*, yaitu:

$$P(X_m) = \frac{m}{n+1} \times 100 \%$$

Dimana:

$P(X_m)$ = data sesudah dirangking dari kecil ke besar

m = nomor urut

n = jumlah data (10)

Plotingan data untuk kawasan Medan Helvetia seperti pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Plotting Data.

Tahun	X_i	m	$P(X_m)$	$P(X_m)$
2006	41,4	1	9,0909	11,1111
2007	38,4	2	18,1818	22,2222
2008	47	3	27,2727	33,3333
2009	57,8	4	36,3636	44,4444
2010	40,3	5	45,4545	55,5556
2011	42,5	6	54,5455	66,6667
2012	45,1	7	63,6364	77,7778
2013	36,2	8	72,7273	88,8889
2014	42,2	9	81,8182	100,0000
2015	39,1	10	90,9091	111,1111

Agar lebih meyakinkan, setelah dilakukan plotting data pada kertas probabilitas, perlu dilakukan uji keselarasan sebaran (*Goodness of fit tes*) yaitu dengan *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorof*.

4.5. Pengujian Keselarasan Sebaran

Uji kecocokan distribusi adalah untuk menentukan kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekwensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang di perkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekwensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

4.5.1. Uji Sebaran *Smirnov Kolmogorof*

Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan *Smirnov-Kolmogorov* untuk Metode *Log Pearson Type III* pada daerah studi dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Perhitungan uji kecocokan *Smirnov Kolmogrof*.

M	Xi	Log Xi	P(X)	Log Xi	P(X<)	Sd	P'(X)	P'(X<)	D
1	41,4	1,617	0,09091	0,21217	0,90909	0,0149	0,111111	0,888889	0,020202
2	38,4	1,58433	0,18182	0,21217	1,81818	0,0149	0,222222	1,777778	0,040404
3	47	1,6721	0,27273	0,21217	2,72727	0,0149	0,333333	2,666667	0,060606
4	57,8	1,76193	0,36364	0,21217	3,63636	0,0149	0,444444	3,555556	0,080808
5	40,3	1,60531	0,45455	0,21217	4,54545	0,0149	0,555556	4,444444	0,101010
6	42,5	1,62839	0,54545	0,21217	5,45455	0,0149	0,666667	5,333333	0,121212
7	45,1	1,65418	0,63636	0,21217	6,36364	0,0149	0,777778	6,222222	0,141414
8	36,2	1,55871	0,72727	0,21217	7,27273	0,0149	0,888889	7,111111	0,161616
9	42,2	1,62531	0,81818	0,21217	8,18182	0,0149	1,000000	8,000000	0,181818
10	39,1	1,59218	0,90909	0,21217	9,09091	0,0149	1,111111	8,888889	0,202020

Dari perhitungan nilai D, tabel , menunjukan nilai $D_{max} = 0,202$, data pada peringkat $m = 10$. Dengan menggunakan data pada Tabel untuk derajat kepercayaan 5 % atau $\alpha = 0.05$, maka diperoleh $D_o = 0,409$. Karena nilai D_{max} lebih kecil dari nilai D_o kritis ($0,202 < 0,409$), maka persamaan distribusi yang diperoleh dapat diterima.

4.6. Pengukuran Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan dengan metode distribusi *Log Pearson III*, seperti yang terlihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Analisa frekuensi distribusi *Log Pearson Tipe III*.

No.	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt)^2	(Log Xi - Log Xrt)^3
1	2006	41,4	1,6170	-0,0165	0,0003	0,0000
2	2007	38,4	1,5843	-0,0491	0,0024	-0,0001
3	2008	47	1,6721	0,0386	0,0015	0,0001
4	2009	57,8	1,7619	0,1285	0,0165	0,0021
5	2010	40,3	1,6053	-0,0282	0,0008	0,0000
6	2011	42,5	1,6284	-0,0051	0,0000	0,0000
7	2012	45,1	1,6542	0,0207	0,0004	0,0000
8	2013	36,2	1,5587	-0,0748	0,0056	-0,0004
9	2014	42,2	1,6253	-0,0082	0,0001	0,0000
10	2015	39,1	1,5922	-0,0413	0,0017	-0,0001
Jumlah		430	16,2994	-0,0353	0,0293	0,0016
Rata-rata		430	16,2994	1,633468		

Rumus *Log Pearson Type III*:

$$L(X_t) = L(X_r) + k \times S$$

$$X_t = 10^{L(X_t)}$$

Dimana:

X_t = curah hujan rencana

X_r = curah hujan rata-rata

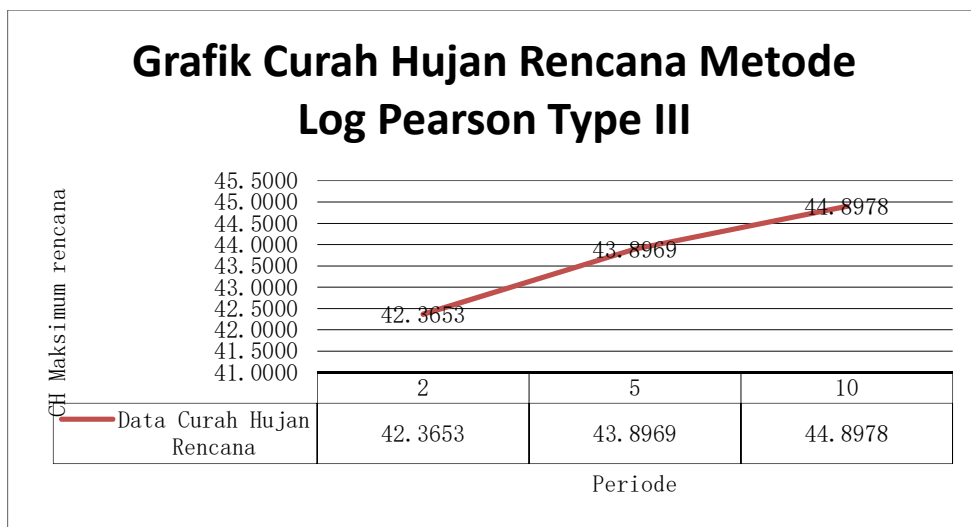
k = koefisien untuk distribusi *Log Pearson*

S = standar deviasi

Perhitungan curah hujan rencana dengan metode *Log Pearson Type III* dapat dilihat pada Tabel 4.9 yang menjelaskan tentang perhitungan curah hujan rencana metode *log pearson type III* dan Grafik curah hujan rencana metode *Log Pearson Type III* pada Gambar 4.1.

Tabel 4.9: Perhitungan curah hujan rencana metode *Log Pearson Type III*.

No	Periode	Rata - rata Log Xi	Sd	Cs	Nilai k	Log Pearson Type III	
						Log Rr	Rr (mm)
1	2	1,6299	0,0149	1,249	-0,197	1,6270	42,3653
2	5	1,6299	0,0149	1,249	0,839	1,6424	43,8969
3	10	1,6299	0,0149	1,249	1,496	1,6522	44,8978
4	25	1,6299	0,0149	1,249	1,563	1,6532	45,0016
5	50	1,6299	0,0149	1,249	1,771	1,6563	45,3241
6	100	1,6299	0,0149	1,249	1,948	1,6590	45,5989



Gambar 4.1: Grafik curah hujan rencana metode *Log Pearson Type III*.

4.7. Analisa Debit Rencana

Untuk menghitung debit rencana pada studi ini dipakai perhitungan dengan metode rasional. Metode rasional adalah salah satu metode untuk menentukan debit aliran permukaan yang diakibatkan oleh curah hujan, yang umumnya merupakan suatu dasar untuk merencanakan debit saluran drainase.

4.7.1. Metode Rasional

Metode rasional digunakan karena luas pengaliran dari saluran drainase kawasan Helvetia adalah 146 Ha. Sesuai dengan Pers. 2.20 rumus debit banjir rancangan metode rasional adalah sebagai berikut:

Rumus:

$$Q = 0,00278 C.I.A$$

Dimana:

Q = debit dalam (m³/det)

C = koefisien pengaliran

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

A = luas daerah pengaliran (Ha)

Pada drainase kawasan Helvetia kota Medan, digunakan koefisien pengaliran sebesar 0.95 sesuai pada Tabel 2.4 Koefisien aliran, dikarenakan daerah pemukiman di kawasan Helvetia kota Medan adalah daerah perkotaan.

4.8. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan dalam satu satuan waktu, umpamanya mm/jam untuk curah hujan jangka pendek, dan besarnya intensitas curah hujan tergantung pada lamanya curah hujan. Beberapa rumus yang menyatakan hubungan antara intensitas dan lamanya curah hujan adalah sebagai berikut:

Metode Dr. Mononobe

Rumus untuk mencari Intensitas curah hujan Mononobe di gunakan persamaan

Rumus:

$$I = \frac{R}{24} \times \left[\frac{24}{t_c} \right]^{2/3}$$

Dimana:

I = intensitas curah hujan (mm/jam)

tc = lamanya curah hujan (menit) dapat di lihat pada Pers. 2.17

R₂ = curah hujan yang mungkin terjadi berdasarkan masa ulang tertentu (curah hujan maximum dalam 24 jam - mm).

Perhitungan debit banjir rencana dengan periode ulang 2 tahun (Q₂). Diketahui data sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 2700^2}{1000 \times 0,003} \right)^{0,3}$$

$$t_c = 1,334$$

$$I = \frac{42,365}{24} \times \left[\frac{24}{1,334} \right]^{2/3}$$

$$I = 12,131 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Intensitas Curah Hujan untuk periode 5 dan 10 tahun dapat di lihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: perhitungan intensitas curah hujan.

No	Periode	R24 (mm)	C	tc (jam)	I (mm/jam)
1	2	42,3653	0,95	1,334	12,131
2	5	43,8969	0,95	1,334	12,570
3	10	44,8978	0,95	1,334	12,857

Luas *Cathment Area* drainase kawasan Helvetia kota Medan adalah = 74.5 Ha
Koefisien pengaliran (C) = 0.95 → wilayah perkotaan Tabel 2.4 Koefisien aliran (C) secara umum (Wesli, 2008).

Jadi debit banjir rancangan untuk kala ulang 2 tahun adalah:

$$Q = 0,00278 \text{ C.I.A}$$

$$Q = 0,00278 \cdot 0,95 \cdot 12,131 \cdot 74.5$$

$$Q = 2,387 \text{ m}^3/\text{det}$$

Perhitungan Q rancangan debit banjir drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono dapat di lihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Perhitungan Q rancangan debit banjir drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono.

No	Periode	L (Km)	C	tc (jam)	I (mm/jam)	A (Ha)	Q (m3/det)
1	2	2,7	0,95	1,334	12,131	74.5	2.3869008
2	5	2,7	0,95	1,334	12,570	74.5	2.4731898
3	10	2,7	0,95	1,334	12,857	74.5	2.5295845

4.9. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika penampang saluran drainase primer dan drainase sekunder yang berada di Jl. Kapten Muslim, dan Jl. Dahlia Raya kecamatan Medan Helvetia dilakukan dengan melakukan perbandingan besarnya debit banjir rancangan dengan besarnya kemampuan saluran menampung debit banjir. Apabila Q rancangan debit banjir $< Q$ tampungan saluran maka saluran tidak akan mampu menampung besarnya banjir. Pada analisis hidrolika kali ini saya juga menggunakan program *Hec-Ras versi 4.1.0*. Dengan analisis ini dapat diketahui elevasi muka air pada penampang sungai saat suatu debit air melalui sungai tersebut. Data-data yang diperlukan dalam analisis penampang sungai dengan bantuan software *Hec-Ras versi 4.1* adalah:

1. Penampang memanjang saluran
2. Potongan melintang saluran
3. Data debit yang melalui saluran
4. Angka manning penampang saluran

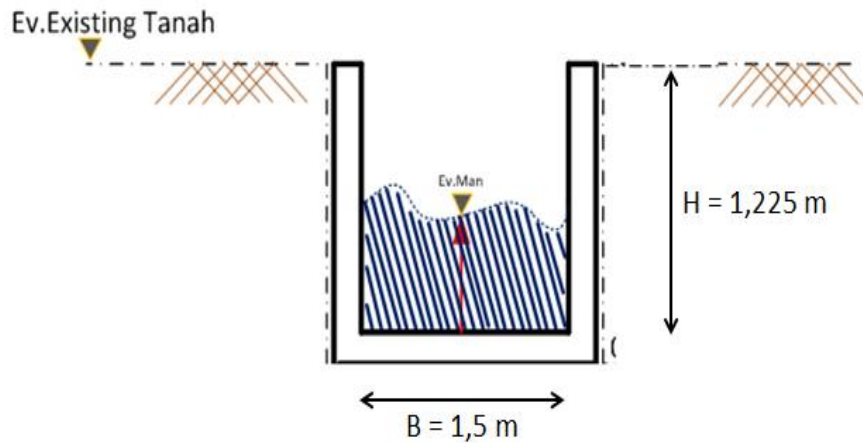
4.9.1. Perhitungan Kapasitas Tampungan Penampang Saluran drainase

Drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang diperoleh antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.12 Hasil survei drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono.

Tabel 4.12: Hasil survei drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono.

No	Saluran primer	Ukuran Saluran		Panjang Saluran meter	Kondisi Eksisting Saluran
		B meter	H meter		
1	Jl. Kapten Sumarsono	1,5	1,225	2700	Batu Pecah Disemen



Gambar 4.2: Dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Kapten Sumarsono.

4.9.2. Perhitungan Debit Saluran

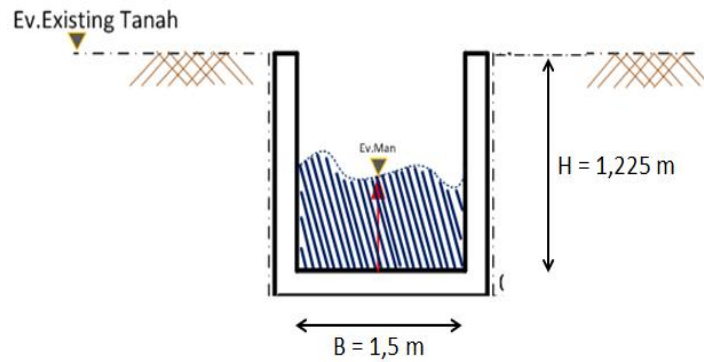
Perhitungan debit saluran dilakukan untuk mengetahui apakah ukuran dimensi saluran yang ada di lapangan dapat menampung besar debit banjir rancangan. Apabila nilai Q rancangan debit banjir $< Q$ Tampung saluran maka saluran dapat dikatakan tidak akan mampu menampung besarnya debit banjir.

Perhitungan drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang diperoleh data pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Data ukuran dan kondisi drainase primer Jl. Kapten Sumarsono.

No	Saluran primer	Ukuran Saluran		Panjang Saluran meter	Kondisi Eksisting Saluran
		B meter	H meter		
1	Jl. Kapten Sumarsono	1,5	1,225	2700	Batu Pecah Disemen



Gambar 4.3: Dimensi penampang drainase primer.

Diketahui:

Luas Permukaan (A):

$$A = B \cdot H$$

$$A = 1,5 \times 1,225$$

$$A = 1,8375 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = B + 2H$$

$$P = 1,5 + 2 \cdot 1,225$$

$$P = 3,95 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R):

$$R = \frac{B \cdot H}{B + 2H}$$

$$R = \frac{1,5 \cdot 1,2}{1,5 + 2 \cdot 1,2}$$

$$R = 0,46519 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning):

Koefisien pengaliran manning untuk kondisi saluran Batu pecah disemen = 0.025

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0,025} \times 0,46519^{\frac{2}{3}} \times 0,003^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,312 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah

$$Q = V \times A$$

$$Q = 2,395 \times 1,8375$$

$$Q = 2,411 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q evaluasi tampungan penampang diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Table 4.14 Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran primer Jl. Kapten Sumarsono.

Tabel 4.14: Perbandingan Q evaluasi tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir Saluran primer Jl. Kapten Sumarsono.

No	Nama Saluran	Q Tampungan penampang	Q Rancangan debit banjir			Keterangan
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	
1	Drainase Primer Jl. Kapten Sumarsono	2,411 m ³ /det	2.387 m ³ /det	2.473 m ³ /det	2.530 m ³ /det	Tidak aman untuk 5 dan 10 tahun

Dari hasil perbandingan di atas dapat di simpulkan bahwa:

1. Penyebab terjadinya kelebihan air (banjir) pada drainase primer yang berada di Jl. Kapten Sumarsono, dikarenakan Q rancangan debit banjir < Q tampungan penampang saluran sehingga tidak mampu menampung debit banjir kala ulang 2, 5, dan 10 tahun.
2. Perlu di lakukannya pemulihan penampang saluran drainase serta perencanaan ulang untuk ukuran dimensi penampang saluran drainase agar mampu menampung rancangan debit banjir kala ulang 2, 5, dan 10 tahun.

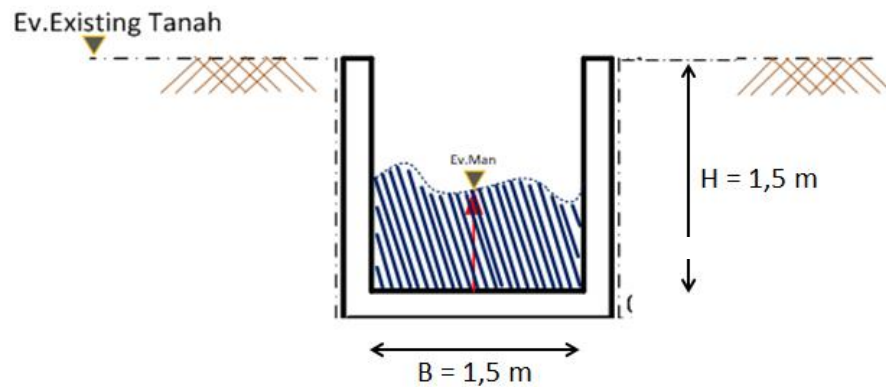
4.9.3. Perhitungan Rancangan Ulang Kapasitas Tampungan Penampang

Rancangan ulang drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono.

Berdasarkan hasil survei yang dilakukan di lapangan data-data yang akan direncanakan antara lain seperti yang terlihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Rancangan ulang drainase primer di Jl. Kapten Sumarsono.

No	Saluran primer	Ukuran Saluran		Panjang Saluran meter	Kondisi Eksisting Saluran
		B meter	H meter		
1	Jl. Kapten Sumarsono	1,5	1,5	2700	Batu Pecah Disemen



Gambar 4.4: Rancangan dimensi penampang saluran drainase primer Jl. Kapten Sumarsono.

Luas Permukaan (A):

$$A = B \cdot H$$

$$A = 1,5 \times 1,5$$

$$A = 2,25 \text{ m}^2$$

Keliling Basah (P):

$$P = B + 2H$$

$$P = 1,5 + 2 \cdot 1,5$$

$$P = 4,5 \text{ m}$$

Jari-jari Hidrolis (R):

$$R = \frac{B \cdot H}{B + 2H}$$

$$R = \frac{1,5 \cdot 1,5}{1,5 + 2 \cdot 1,5}$$

$$R = 0,500 \text{ m}$$

Kecepatan (Manning):

Koefisien pengaliran manning untuk kondisi saluran Batu pecah disemen = 0.025

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0.025} \times 0,500^{\frac{2}{3}} \times 0.003^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,377 \text{ m/det}$$

Jadi kapasitas tampungan penampang saluran adalah:

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1,377 \times 2,25$$

$$Q = 3,098 \text{ m}^3/\text{det}$$

Dari hasil Q rancangan debit banjir dan Q rancangan ulang tampungan penampang diatas di buat perbandingan hasil perhitungan untuk mengetahui kondisi saluran drainase seperti pada Table 4.16 Perbandingan Q tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir saluran primer Jl. Kapten Sumarsono.

Tabel 4.16: Perbandingan Q tampungan penampang dan Q rancangan debit banjir Saluran primer Jl. Kapten Sumarsono.

No	Nama Saluran	Q Tampungan penampang	Q Rancangan debit banjir			Keterangan
			2 tahun	5 tahun	10 tahun	
1	Drainase Primer Jl. Kapten Sumarsono	3,098 m ³ /det	2.387 m ³ /det	2.473 m ³ /det	2.530 m ³ /det	Aman untuk 2, 5 dan 10 tahun

4.10. Aplikasi *Hec-Ras 4.0*

Pemodelan yang dilakukan dalam menganalisis profil muka Daerah Tangkapan Air (DTA) kawasan Helvetia kota Medan (tersendiri ataupun simultan) adalah menggunakan program *HEC-RAS 4.1.0*. Dalam penggunaan program *HEC-RAS 4.1.0*, yang perlu diperhatikan yaitu input data untuk *HEC-RAS 4.1.0*.

Setiap data yang berhubungan dengan kondisi kajian sudah tentu merupakan *input* pada pemodelan. Program yang digunakan hanya menggunakan kejadian

hidrologi dan kejadian hidraulika yang berpengaruh besar pada perhitungan. Pemodelan yang dibuat tidak memperhitungkan besarnya evaporasi dan rembesan mengingat kecilnya daerah tinjauan sehingga pengaruh evaporasi dan rembesan diperkirakan sangat kecil.

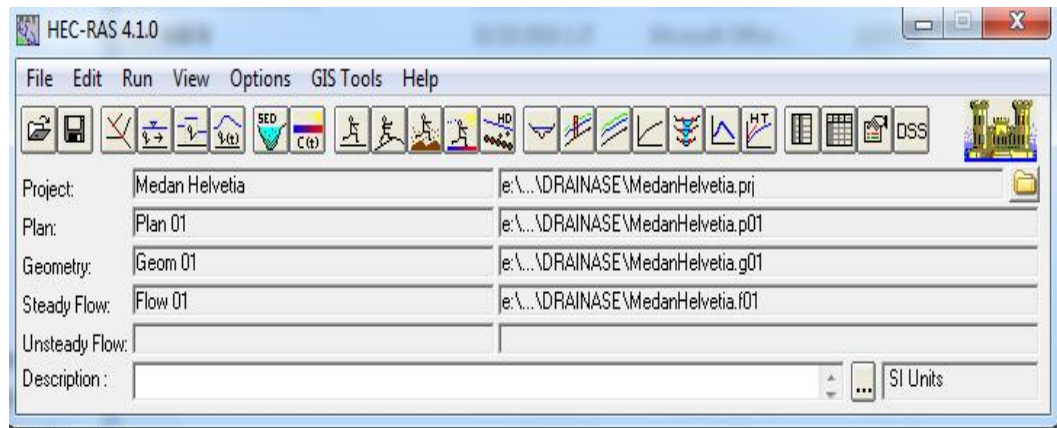
Data-data yang paling penting untuk melakukan pemodelan ini adalah data geometri daerah kajian dan data perhitungan hidrologi pada lokasi tertentu sebagai syarat batas (*boundary condition*). Data geometri untuk model saluran dan bangunan air menggunakan data lapangan hasil survei dan data ketinggian elevasi. Data perhitungan hidrologi berupa data debit banjir dengan periode ulang tertentu. Pemodelan dibuat dengan memanfaatkan data debit berdasarkan kurva hidrograf untuk mengetahui pergerakan air. Data kecepatan air sesaat yang tercatat dan sudah dianalisis secara hidrolis dapat menjadi input pada syarat batas.

Sebelum mulai analisis hidrolika ini, data-data yang diperlukan harus dipersiapkan. Tahap-tahap analisis hidrolika dengan program *HEC-RAS 4.1.0* adalah sebagai berikut:

-) Membuat file *HEC-RAS 4.1.0*
-) Input data geometri sungai
-) Input data debit
-) Analisis hidrolika dari data-data yang dimasukkan

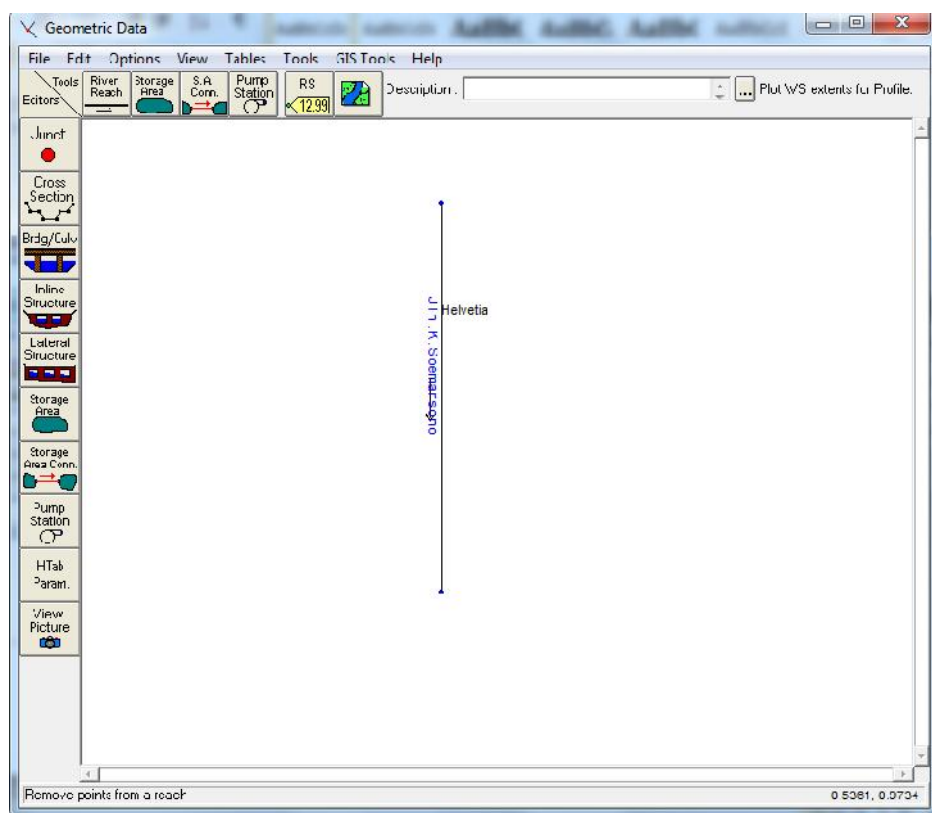
4.10.1. Data Geometri

HEC-RAS 4.1.0 adalah program yang dapat memodelkan aliran tak lunak (*unsteady*) dan lunak (*steady*) dengan tinjauan satu dimensi dengan pemodelan geometri yang lebih akurat karena titik pendekatan untuk memodelkan potongan melintang (*cross section*) saluran bisa dibuat lebih banyak dari beberapa program aliran *unsteady* dan *steady* satu dimensi lain yang sering digunakan. Dengan demikian maka penggambaran setiap *cross section* saluran dengan menggunakan program *HEC-RAS 4.1.0* ini akan menjadi lebih mendekati dibandingkan sebelumnya. Sebelum memulai *hec-ras* buat lah dahulu project dengan menyimpan data project sesuai dengan judul project yang akan di buat. Gambar pembuatan project dapat di lihat pada Gambar 4.5.

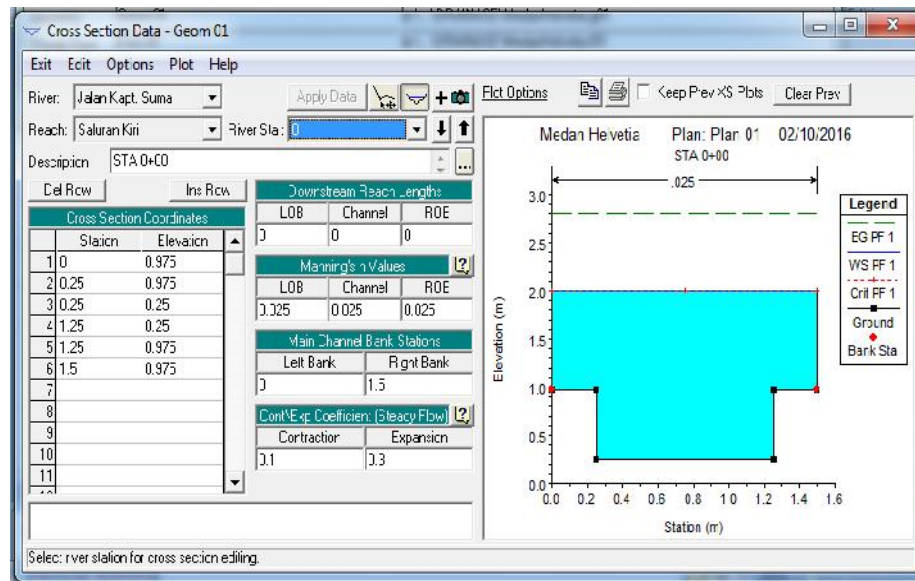


Gambar 4.5: Pembuatan project *Hec-Ras 4.1.0*.

Input data yang dilakukan adalah menggambarkan profil aliran yang akan dimodelkan dan memasukkan data *cross section* per interval jarak tertentu pada masing-masing saluran. Gambar profil yang digunakan dalam pemodelan dapat dilihat pada Gambar dan contoh input data potongan melintang (*cross section*) saluran yang dimodelkan dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.



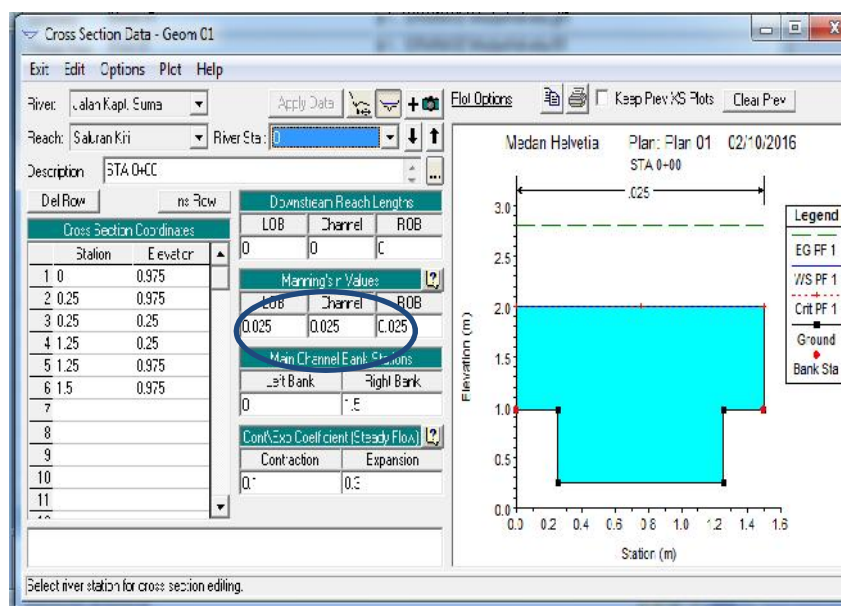
Gambar 4.6: Pemodelan denah penampang saluran.



Gambar 4.7: Input data *cross section* penampang drainase primer.

4.10.2 Koefisien Kekasaran Saluran Manning

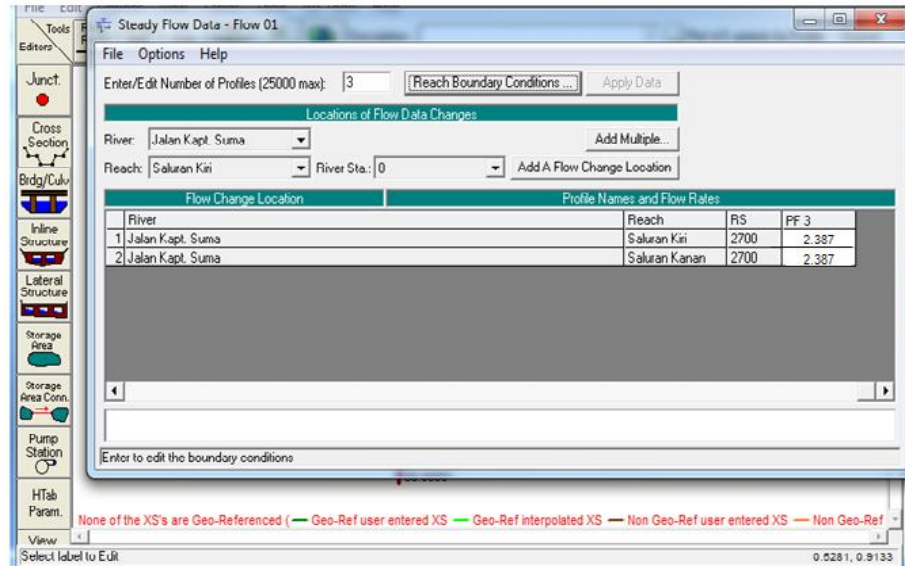
Koefisien kekasaran saluran adalah suatu besaran yang merepresentasikan nilai hambatan dalam suatu aliran. Nilai hambatan ini ditentukan dengan memperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kekasaran saluran seperti faktor kekasaran permukaan, tumbuhan, ketidakraturan saluran, trase saluran, pengendapan dan penggerusan saluran, ukuran, dan bentuk saluran.



Gambar 4.8: Input koefisien kekasaran manning.

4.10.3 Input Data Steady Flow

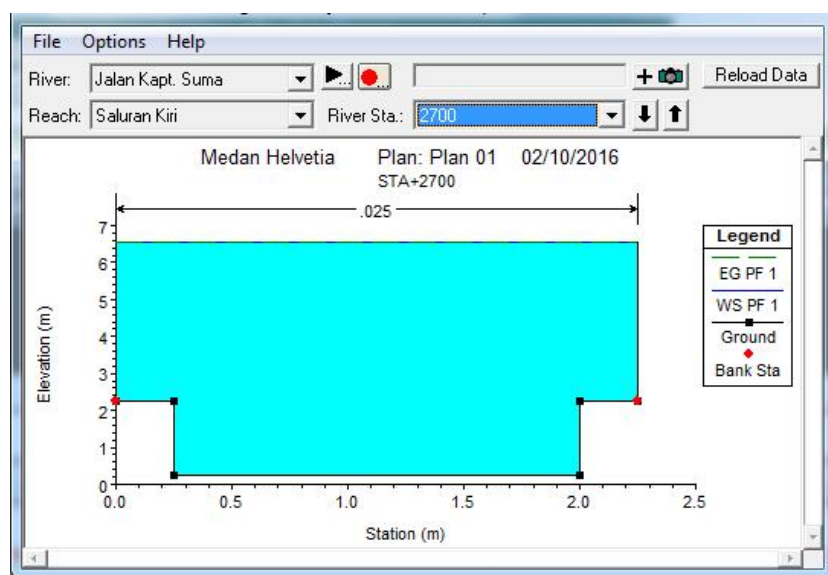
Input data debit (*steady flow*) berdasarkan perhitungan kapasitas pengaruh curah hujan kala ulang 2, 5, dan 10 tahun dengan memasukan penjumlahan debit keseluruhan berdasarkan keseluruhan penampang drainase seperti Gambar 4.9.



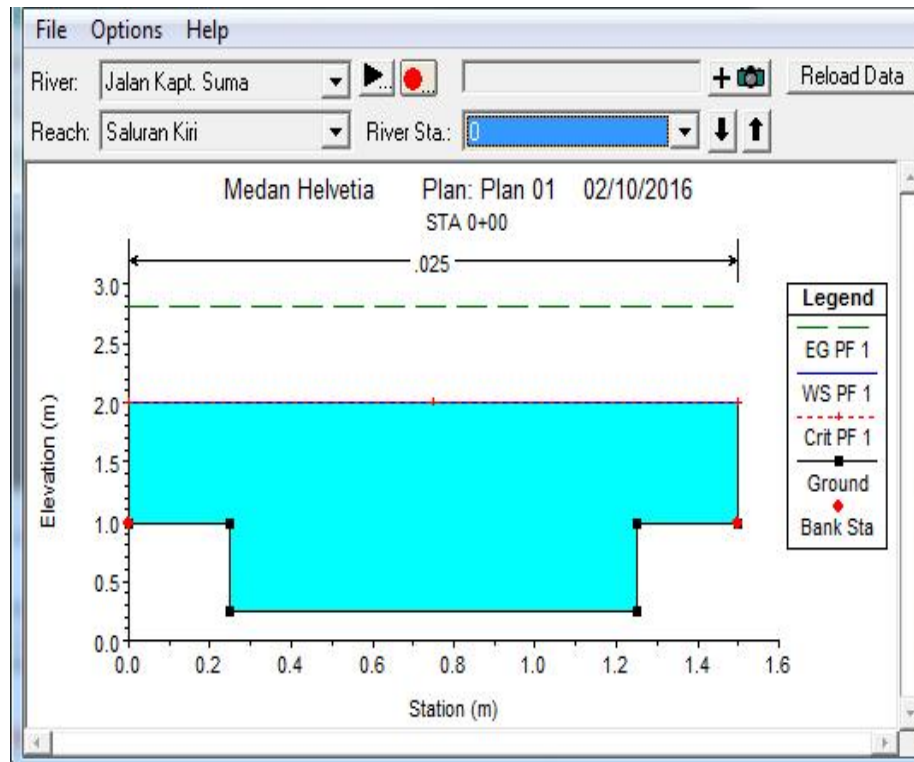
Gambar 4.9: Input data *steady flow*.

4.10.4. Eksekusi Pemodelan Jaringan Drainase

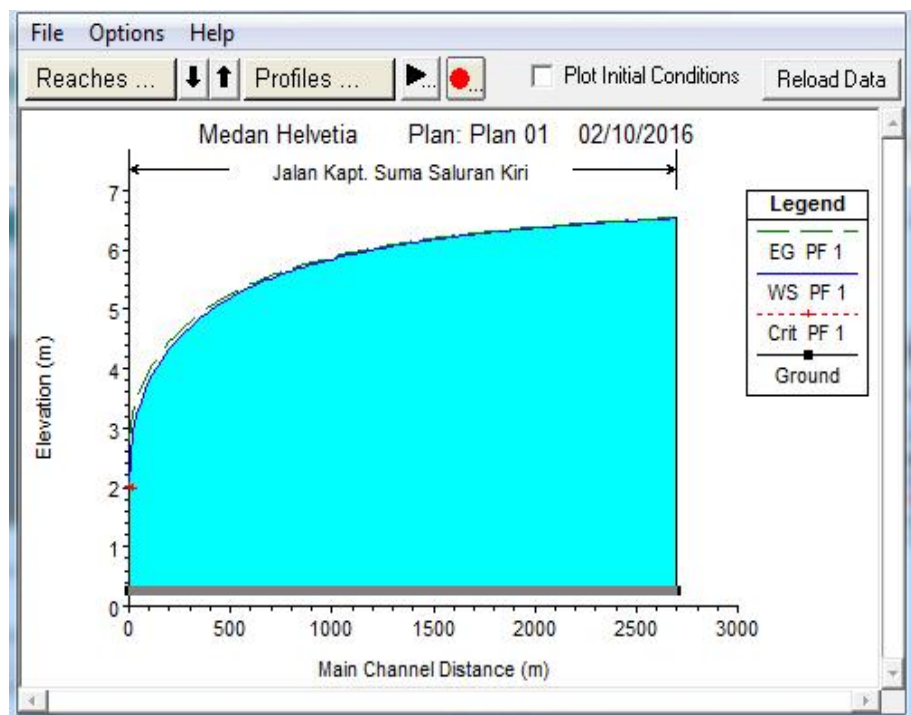
Setelah dilakukan simulasi, hasil yang diperoleh berupa profil muka air diperlihatkan pada Gambar 4.10 sampai dengan 4.13 berikut:



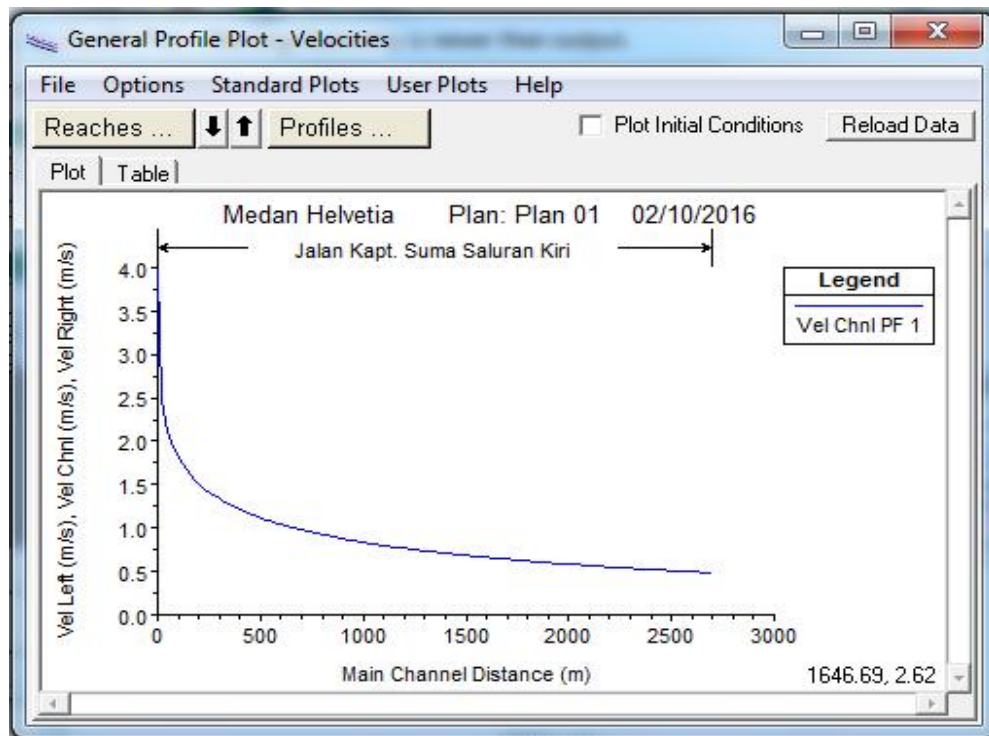
Gambar 4.10: *Cross section* saluran drainase primer Sta 2+700.



Gambar 4.11: *Cross section* saluran drainase primer Sta 0+00.



Gambar 4.12: *Profile plot* saluran drainase primer.



Gambar 4.13: *General profile plot* saluran drainase primer.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengamatan langsung dilapangan dan hasil perhitungan yang baik secara teknis maupun pemrograman pada data yang ada, maka penyusun mengambil kesimpulan, yaitu:

1. Dari analisa yang dilakukan, maka dihasilkan data-data yang sesuai dengan ketentuan dalam melakukan pemilihan distribusi.
 -) Adapun distribusi yang dapat digunakan adalah distribusi *Log Pearson Tipe III* dengan ketentuan $C_s = 0$ yang sesuai dengan data-data yang didapat untuk uji distribusi *Log Pearson Tipe III* $C_s = 1,249$
 -) Agar pemilihan sebaran tersebut lebih akurat yang dapat diterima maka terlebih dahulu dilakukan uji kecocokan *smirnov kolmogrof* sebagai hasil yang dapat diterima dengan perbandingan maks $0,202 < cr 0,409$
2. Besar intensitas curah hujan rencana dengan menggunakan data curah hujan yang didapat dari Stasiun Klimatologi adalah:
 -) I 2 Tahun = 12,131 mm/jam
 -) I 5 Tahun = 12,570 mm/jam
 -) I 10 Tahun = 12,857 mm/jam
3. Debit banjir yang saya dapatkan untuk saluran drainase pada Jalan Kapten Sumarsono adalah:
 -) Q 2 Tahun = 2,387 m³/det
 -) Q 5 Tahun = 2,473 m³/det
 -) Q 10 Tahun = 2,530 m³/det

4. Dari hasil perhitungan, dimensi saluran eksisting drainase primer tidak mampu menampung debit rencana banjir rencana pada daerah penelitian. Dari analisa didapat dimensi saluran rencana $b = 1,5$ m dan $h = 1,5$ m.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukannya analisa lanjutan yang lebih spesifik sehingga didapat data-data yang lebih akurat sebagai dasar dalam menangani masalah pada drainase kawasan Medan Helvetia.
2. Dari evaluasi lapangan terdapat drainase yang tidak berdimensi atau dimensi penampang yang tidak beraturan, sehingga perlu dilakukannya pemulihan penampang drainase.
3. Perlu adanya perbaikan saluran yang sudah rusak serta pembersihan saluran yang penuh dengan sedimentasi, sampah dan rumput.
4. Perlunya kesadaran dan kepedulian masyarakat dalam menjaga dan memelihara saluran drainase.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. (1994) *Urban drainase guidelines and technical standards*.
- Halim. (2011) *Drainase terapan*, Yogyakarta: UII Press.
- Harto, S. (1993) *Analisis hidrologi*, Jakarta: Gramedia pustaka utama.
- Soewarno. (1995) *Hidrologi aplikasi metode statistic jilid 1 dan 2*, Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, S. (1976) *Hidologi untuk pengairan*, Jakarta: Pradnya paramita.
- Suripin. (2004) *Sistem drainase perkotaan yang berkelanjutan*, Jakarta: Andi.
- Susanto. (2006) *Pedoman drainase jalan raya*, Jakarta: UII Press.
- Triatmodjo, B. (2009) *Hidrologi terapan*. Beta offset. Yogyakarta.
- Wesli. (2008) *Drainase perkotaan*, Yogyakarta: UII Press.

Perhitungan uji kecocokan sebaran dengan Smirnov-Kolmogorov untuk *Metode Log Pearson Type III*

m	Xi	Log Xi	P(X)	Log Xi	P(X<)	Sd	P'(X)	P'(X<)	D
1	41.4	1.617000341	0.090909091	0.212172299	0.909090909	0.014896843	0.111111	0.888889	0.020202
2	38.4	1.584331224	0.181818182	0.212172299	1.818181818	0.014896843	0.222222	1.777778	0.040404
3	47	1.672097858	0.272727273	0.212172299	2.727272727	0.014896843	0.333333	2.666667	0.060606
4	57.8	1.761927838	0.363636364	0.212172299	3.636363636	0.014896843	0.444444	3.555556	0.080808
5	40.3	1.605305046	0.454545455	0.212172299	4.545454545	0.014896843	0.555556	4.444444	0.101010
6	42.5	1.62838893	0.545454545	0.212172299	5.454545455	0.014896843	0.666667	5.333333	0.121212
7	45.1	1.654176542	0.636363636	0.212172299	6.363636364	0.014896843	0.777778	6.222222	0.141414
8	36.2	1.558708571	0.727272727	0.212172299	7.272727273	0.014896843	0.888889	7.111111	0.161616
9	42.2	1.625312451	0.818181818	0.212172299	8.181818182	0.014896843	1.000000	8.000000	0.181818
10	39.1	1.592176757	0.909090909	0.212172299	9.090909091	0.014896843	1.111111	8.888889	0.202020

Analisa frekuensi distribusi Log Pearson Tipe III

No.	Tahun	Xi	Log Xi	Log Xi - Log Xrt	(Log Xi - Log Xrt)^2	(Log Xi - Log Xrt)^3
1	2006	41,4	1,6170	-0,0165	0,0003	0,0000
2	2007	38,4	1,5843	-0,0491	0,0024	-0,0001
3	2008	47	1,6721	0,0386	0,0015	0,0001
4	2009	57,8	1,7619	0,1285	0,0165	0,0021
5	2010	40,3	1,6053	-0,0282	0,0008	0,0000
6	2011	42,5	1,6284	-0,0051	0,0000	0,0000
7	2012	45,1	1,6542	0,0207	0,0004	0,0000
8	2013	36,2	1,5587	-0,0748	0,0056	-0,0004
9	2014	42,2	1,6253	-0,0082	0,0001	0,0000
10	2015	39,1	1,5922	-0,0413	0,0017	-0,0001
Jumlah		430	16,2994	-0,0353	0,0293	0,0016
Rata-rata		430	16,2994	1,633468		

Tabel Perhitungan Distribusi *Gumbel*

Tahun	X_i	X	$X_i - X$	$(X_i - X)^2$	$(X_i - X)^3$	$(X_i - X)^4$
2006	41.4	43	-1.6	2.56	-4.096	6.5536
2007	38.4	43	-4.6	21.16	-97.336	447.7456
2008	47	43	4	16	64	256
2009	57.8	43	14.8	219.04	3241.792	47978.5216
2010	40.3	43	-2.7	7.29	-19.683	53.1441
2011	42.5	43	-0.5	0.25	-0.125	0.0625
2012	45.1	43	2.1	4.41	9.261	19.4481
2013	36.2	43	-6.8	46.24	-314.432	2138.1376
2014	42.2	43	-0.8	0.64	-0.512	0.4096
2015	39.1	43	-3.9	15.21	-59.319	231.3441
N = 10 Tahun	430			332.8	2819.55	51131.3668

Tabel Perhitungan Distribusi *Log Normal dan Log Pearson III*

Tahun	X_i	$Y_i = \log X_i$	$\log Y_i$	$\log Y_i - \log Y$	$(\log Y_i - \log Y)^2$	$(\log Y_i - \log Y)^3$	$(\log Y_i - \log Y)^4$
2006	41.4	1.617000341	0.20871011	-0.00346219	0.00001199	-0.00000004	0.0000000001
2007	38.4	1.584331224	0.19984598	-0.01232632	0.00015194	-0.00000187	0.0000000231
2008	47	1.672097858	0.22326169	0.01108939	0.00012297	0.00000136	0.0000000151
2009	57.8	1.761927838	0.24598812	0.03381582	0.00114351	0.00003867	0.0000013076
2010	40.3	1.605305046	0.20555757	-0.00661473	0.00004375	-0.00000029	0.0000000019
2011	42.5	1.62838893	0.21175814	-0.00041416	0.00000017	0.00000000	0.0000000000
2012	45.1	1.654176542	0.21858186	0.00640956	0.00004108	0.00000026	0.0000000017
2013	36.2	1.558708571	0.19276492	-0.01940738	0.00037665	-0.00000731	0.0000001419
2014	42.2	1.625312451	0.21093686	-0.00123544	0.00000153	0.00000000	0.0000000000
2015	39.1	1.592176757	0.20199128	-0.01018102	0.00010365	-0.00000106	0.0000000107
N = 10 Tahun	430	16.29942556		-0.002326452	0.001997243	0.00002973	0.0000015022

Lampiran 1.



Kondisi Drainase STA 1+200



Kondisi Drainase STA 1+900



Kondisi Drainase Rusak STA 1+800



Kondisi Drainase STA 1+600



Kondisi Drainase STA 1+400



Kondisi Drainase STA 0+500



Kondisi Banjir STA 0+300



Kondisi Banjir di STA 0+200

LAMPIRAN III PERATURAN KEPALA BADAN
METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA
NOMOR : KEP. 15 TAHUN 2009
TANGGAL : 31 Juli 2009

PELAYANAN JASA INFORMASI KLIMATOLOGI
DATA IKLIM BULANAN

LOKASI PENGAMATAN / STASIUN : BBMKG WILAYAH I, MEDAN SELAYANG
KOORDINAT STASIUN : 3,54 LU; 98,64 BT

Curah Hujan (mm)

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2005	423	46	95	86	319	189	192	123	223	-	157	X
2006	35	59	56	50	104	76	33	176	182	351	99	128
2007	123	24	25	82	136	67	56	54	128	300	152	115
2008	204	93	180	226	166	49	211	140	392	417	408	155
2009	252	180	512	264	385	61	258	253	372	285	217	115
2010	171	84	269	80	302	164	196	329	166	194	442	152
2011	185	64	376	205	219	145	205	233	162	475	211	235
2012	181	312	202	172	470	88	317	185	288	432	275	222
2013	158	267	116	174	157	125	91	421	374	509	243	499
2014	20	29	129	140	326	62	161	206	266	322	184	299

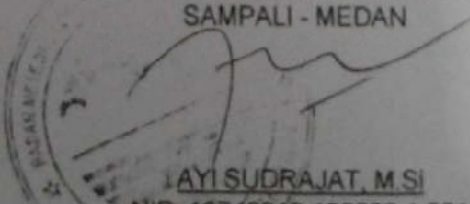
Ket : - = Tidak ada hujan
X = Tidak ada data

Hari Hujan (hari)

TAHUN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	AGU	SEP	OKT	NOV	DES
2005	22	8	13	15	16	18	16	16	23	-	22	X
2006	4	8	12	11	17	6	6	15	20	17	12	8
2007	12	4	6	10	14	12	15	11	14	19	13	13
2008	13	12	20	18	19	11	18	16	25	22	19	25
2009	18	14	22	14	22	9	12	21	20	23	21	14
2010	16	8	14	12	16	13	19	21	18	15	21	22
2011	14	10	22	16	17	18	11	19	16	26	22	18
2012	9	14	16	17	21	12	14	14	18	23	18	21
2013	18	21	15	13	17	15	15	21	17	24	25	24
2014	12	4	13	12	21	7	10	23	18	25	22	24

Sampali, Nopember 2015

MENGETAHUI
A.n KEPALA STASIUN KLIMATOLOGI KLS I
Pih. KEPALA SEKSI DATA DAN INFORMASI
SAMPALI - MEDAN


AYI SUDRAJAT, M.Si
NIP. 19740913 199603 1 001



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website: <http://teknik.umsu.ac.id> E-mail: teknik@umsu.ac.id

Ingatlah, Cerdas & Terpercaya
menjawab surat ini agar disebutkan
nomor dan tanggalnya

Nomor
Lamp
Hal

: 61 / II.3-AU/ UMSU-07/ F/2017

: -

: Undangan Sidang Tugas Akhir
Jurusan Teknik Sipil
Kepada : Yth.Sdr.

19 Rajab 1438 H
Medan -----
20 April 2017 M

- 1.Randi Gunawan.S.T.M.Si
- 2.DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc
- 3.Ir.H.Hendarmin Lubis
- 4.DR.H.Rumilla Hrp.M.T

- (Dosen Penguji- I)
- (Dosen Penguji - II)
- (Dosen Penguji Pendamping - I)
- (Dosen Penguji Pendamping - II)

di-

Medan.

Bismillahirrahmanirrahim.

Assalamu'alaikum Wr.Wb Dengan hormat,sesuai dengan rekomendasi Ka. Prodi Teknik Sipil Tanggal 17 April 2017 tentang dosen pembimbing Tugas Akhir maka melalui surat ini kami mengundang saudara untuk menghadiri sidang tugas Akhir Fakultas teknik Jurusan teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara atas nama mahasiswa yang tersebut dibawah ini:

Nama : Lily Syafriani Nasution
NPM : 1007210151-P
Jurusan : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Evaluasi Drainase Di jalan kapten Sumarsono Pada Kawa-
San Medan Helvetia.

Insha Allah akan dilaksanakan pada :

Hari / tanggal : Sabtu / 22 April 2017

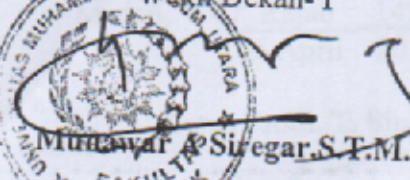

Waktu : 10.00 Wib S/D Selesai

Tempat : Fakultas Teknik UMSU

Jalan Muktar Basri No.: 03 Medan.

Demikian undangan ini kami sampaikan atas perhatian saudara kami ucapkan terima kasih .Akhirnya selamat dan Sejahteralah kita semua Amin.

Cc.File.

Wassalam,
An,Dekan,
Wakil Dekan- I

Muhammad Siregar.S.T.M.T


**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK - UMSU
TAHUN AKADEMIK 2016 - 2017**

Peserta Seminar

Nama

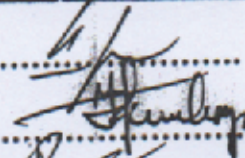
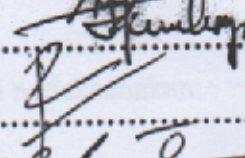
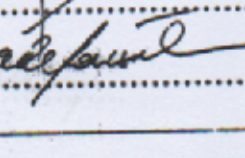
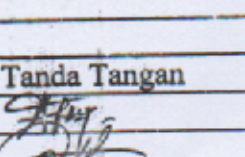
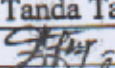
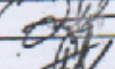
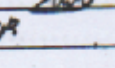
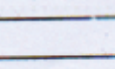
: Liliy Syafriani Nasution

NPM

: 1007210151-P

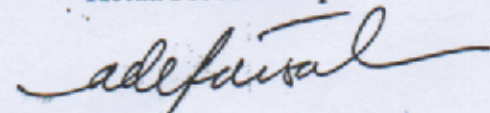
Judul Tugas Akhir

: Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Ka-
Wasan Medan Helvetia.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing - I	: Ir.H.Hendarmin Lubis	:	
Pembimbing - II	: DR.hj.Rumilla Harahap.S.T.M.T	:	
Pemanding - I	: Randi Gunawan.S.T.M.Si	:	
Pemanding - II	: DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1007210151-P	Danu Ardiansyah	
2	1007210010	SATRIA	
3	1207210045	M. Iqbal Firdiandi	
4	1207210211	IRFANSYAH PUTRA	
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 07 Rajab 1438 H
06 April 2017 M

Ketua Prodi. T. Sipil


DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Liliy Syafriani Nasution
NPM : 1007210151-P
Judul T.Akhir : Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Kawasan Medan Helvetia.

Dosen Pembimbing - I : Ir.H.Hendarmin Lubis
Dosen Pembimbing - II : DR.Hj.Rumilla Harahap.M.T
Dosen Pembanding - I : Randi Gunawan.S.T.M.Si
Dosen Pembanding - II : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

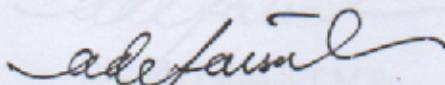
.....
- perbaikan errata dan kesalahan
.....
- dan mengacu ke pedoman
.....
- Surat Keputusan !
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

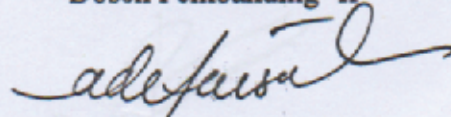
.....
.....
.....
.....

Medan 07 Rajab 1438H
06 April 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Sipil


DR. Ade Faisal.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- II


DR. Ade Faisal.S.T.M.Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Liliy Syafriani Nasution
NPM : 1007210151-P
Judul T.Akhir : Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Kawasan Medan Helvetia.

Dosen Pembimbing - I : Ir.H.Hendarmin Lubis
Dosen Pembimbing - II : DR.Hj.Rumilla Harahap.M.T
Dosen Pembanding - I : Randi Gunawan.S.T.M.Si
Dosen Pembanding - II : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

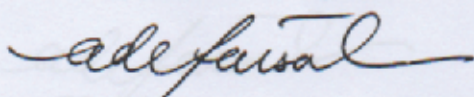
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

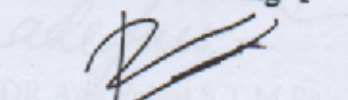
.....
.....
.....

Medan 07 Rajab 1438H
06 April 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Sipil


DR. Ade Faisal.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- I


Randi Gunawan S.T.M.Si

NAMA : Liliy Syafriani Nasution
NPM : 1007210151-P
Judul T.Akhir : Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Kawasan Medan Helvetia.

Dosen Pembimbing – I : Ir.H.Hendarmin Lubis
Dosen Pembimbing – II : DR.Hj.Rumilla Harahap.M.T
Dosen Pembimbing - I : Randi Gunawan.S.T.M.Si
Dosen Pembimbing - II : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- perbaikan: errata dan kekilatan
dan mengacu kepel. pandumu.
- Surat Skripsi! telah diperbaiki

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan : all 18/17

DR. Ade Faisal, S.T.M.Sc

DR. Ade Faisal. S.T.M.Sc

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Liliy Syafriani Nasution
NPM : 1007210151-P
Judul T.Akhir : Evaluasi Drainase Di Jalan Kapten Sumarsono Pada Kawasan Medan Helvetia.

Dosen Pembimbing - I : Ir.H.Hendarmin Lubis
Dosen Pembimbing - II : DR.Hj.Rumilla Harahap.M.T
Dosen Pembanding - I : Randi Gunawan.S.T.M.Si
Dosen Pembanding - II : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

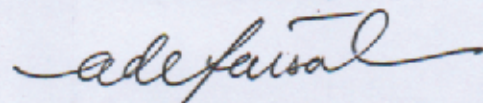
...bagian akhir, Hely Harahap, ...komparasi...
...sama (m) / m

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

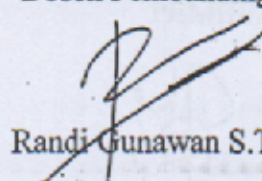
13-04-12/2

Medan 07 Rajab 1438H
06 April 2017 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T. Sipil


DR. Ade Faisal.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- I


Randi Gunawan S.T.M.Si



LAPORAN TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA

Jl. Kapt. Mukhtar Basri BA, No. 3 Medan

LEMBAR ASISTENSI

FAKULTAS : TEKNIK
PROGRAM : REGULER (S-1)
DEPARTEMEN : TEKNIK SIPIL

NAMA MAHASISWA : LILY SYAFRIANI NASUTION
NIM : 1007210151-P

JUDUL TUGAS SARJANA : EVALUASI DRAINASE DI JALAN
KAPTEN SUMARSONO PADA
KAWASAN MEDAN HELVETIA
(Studi Kasus)

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	16 Sept 2016	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki Rumusan Masalah, Manfaat- BAB I tinjauan Pustaka- BAB II lampirkan data primer dan sekunder- Perbaiki tata cara penulisan sesuai dengan panduan Penulisan fakultas teknik sipil.	RH
2	4 Okt 2016	<ul style="list-style-type: none">- Masukkan data dari Lapangan ke program HEC RAS- Buat dokumentasi sebelum dan sesudah penelitian- Perbaiki abstrak, abstrak dibuat dalam 1 lembar- Diskusi dengan penduduk mengenai kondisi lapangan.	RH

MEDAN, 2016
PEMBIMBING II,

Ir. H. RUMILA HARAHAP, MT



LAPORAN TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA

Jl. Kapt. Mukhtar Basri BA, No. 3 Medan

LEMBAR ASISTENSI

FAKULTAS
PROGRAM
DEPARTEMEN

: TEKNIK
: REGULER (S-1)
: TEKNIK SIPIL

NAMA MAHASISWA
NIM

: LILY SYAFRIANI NASUTION
: 1007210151-P

JUDUL TUGAS SARJANA

: EVALUASI DRAINASE DI JALAN
KAPTEN SUMARSONO PADA
KAWASAN MEDAN HELVETIA
(Studi Kasus)

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
3.	12 Oktober 2016	- Perbaiki Abstrak - Buat presentase 1. Sudut. 2. Rumusan Masalah 3. Manfaat & Tujuan 4. Bagah Alur Penelitian 5. Kesimpulan + ka	KA
4.	12 Oktober 2016	- Lanjut ke Pembimbing I	KA

MEDAN, 2016
PEMBIMBING II,

Ir. H. RUMILA HARAHAHAP, MT



LAPORAN TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
UTARA

Jl. Kapt. Mukhtar Basri BA, No. 3 Medan

LEMBAR ASISTENSI

FAKULTAS : TEKNIK
PROGRAM : REGULER (S-1)
DEPARTEMEN : TEKNIK SIPIL

NAMA MAHASISWA : LILY SYAFRIANI NASUTION
NIM : 1007210151-P

JUDUL TUGAS SARJANA : EVALUASI DRAINASE DI JALAN
KAPTEN SUMARSONO PADA
KAWASAN MEDAN HELVETIA
(Studi Kasus)

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	4/10 - 2016	- Rumusan masalah & Tujuan & kesimpulan - Tabel lanjutan - penamaan tabel - data primer pd bgs alir - Daftar pustaka	
	12/10 - 2016	Atel seminar.	

MEDAN, 12/10 - 2016
PEMBIMBING I,

Ir. H. HENDARMIN LUBIS

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Lily Syafriani Nasution
Panggilan : Lily
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 13 Februari 1989
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat Sekarang : Jl. Kalpataru Gg. Tambah No. 92 Helvetia Timur Medan
Nomor KTP : 1271035302890001
Alamat KTP : Jl. Kalpataru Gg. Tambah No. 92 Helvetia Timur Medan
No. HP/Telp Seluler : 082362008593
E-mail : lilysyafriani@yahoo.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1007210151-P
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Sipil
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD KARYA BHAKTI	2001
2	SMP	SMP NEGERI 1 LABUHAN DELI	2004
3	SMA	SMK DHARMAWANGSA	2007
4	Diploma 3	POLITEKNIK NEGERI MEDAN	2010
4	Melanjutkan kuliah Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2010 sampai selesai.		